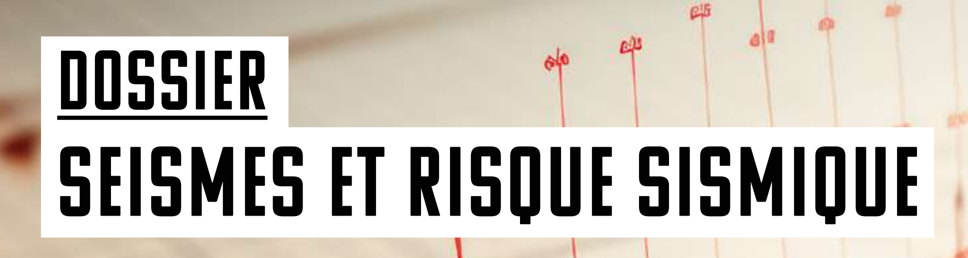
INSIGHTS

Le magazine de l'IdEx d'Université Côte d'Azur • N°1 - Juillet 2024



DOSSIER
SEISMES ET RISQUE SISMIQUE

LUMIÈRE SUR LES ACADÉMIES D'EXCELLENCE

PORTRAIT : JEAN CARLO YUNÉN ARÓSTEGUI





Tous les projets présentés dans ce magazine ont bénéficié d'une aide du gouvernement français, gérée par l'Agence Nationale de la Recherche, au titre du Plan d'Investissement France 2030, dans le cadre de l'Initiative d'Excellence d'Université Côte d'Azur portant la référence ANR-15-IDEX-01

EDITO



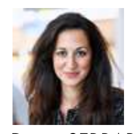
Dans ce premier numéro d'Insights, le magazine de l'Initiative d'Excellence (IdEx) d'Université Côte d'Azur, nous avons souhaité mettre en lumière les personnes et les lieux emblématiques de la recherche d'excellence de notre site ainsi qu'un aperçu des actions IdEx dans le développement international, la formation et l'innovation. Le dossier spécial de ce numéro est notamment consacré aux travaux de recherche en sismologie sous l'angle du risque et de la résilience qui contribuent à notre signature thématique. Nous avons souhaité vous proposer également ce recueil sous la forme d'un bel objet que l'on a envie de collectionner ou d'offrir, tout en ayant le souci de l'impact environnemental qui s'inscrit dans une démarche éco-responsable globale. Un axe fort porté par Université Côte d'Azur dont les actions, pour une société durable, ont été récemment récompensées par l'entrée de l'Université dans le classement international Times Higher Education (THE).
Le Centre de Production Numérique Universitaire d'Université Côte d'Azur s'engage activement pour une impression responsable et s'attache à trouver des matériaux et des encres les plus sobres et respectueux possible. Ce travail se poursuivra jusqu'à atteindre nos objectifs.

Bonne lecture et n'hésitez pas à nous faire part de vos commentaires à ***insights@univ-cotedazur.fr***

Sylvain ANTONIOTTI,
Vice-Président Initiative d'Excellence (IdEx)

SOMMAIRE

Editeur : Université Côte d'Azur – 28 av. de Valrose 06000 Nice
Représentant Légal : Jeanick BRISSWALTER, Président d'Université Côte d'Azur
Directeur de la publication : Sylvain ANTONIOTTI, Vice-Président de l'Initiative d'Excellence (IdEx) d'Université Côte d'Azur
Comité de Rédaction :


Diana SEBBAR, Directrice Exécutive IdEx


Saranne COMEL, Directrice Opérationnelle Programme Europe et International


Aurélie DELORT, Directrice Opérationnelle Programme Formation


Sébastien BIEHLER, Directeur Opérationnel Programme Innovation


Yasser MAGHRBI, Directeur Opérationnel Programme Recherche

Contributeurs : Académies d'Excellence, Communauté scientifique d'Université Côte d'Azur
Coordination : Céline PACCOUD, Responsable Communication Grands Projets, Direction Communication et Marque
Maquette : Jeremiah TURRINI, Graphiste, Direction Communication et Marque
Impression : Centre de Production Numérique Universitaire
Date de parution : juin 2024
ISSN en cours

PITCH CHALLENGE

Le Pitch Challenge, une rubrique dynamique pour découvrir le parcours et/ou le projet de personnalités inspirantes appartenant ou ayant appartenu à la communauté Université Côte d'Azur.



Pr. Dennis FOX

Dennis Fox est Professeur en Géographie, rattaché au Laboratoire ESPACE et Directeur du Programme MSc Environmental Hazards and Risks Management. Dennis Fox est canadien d'origine, spécialiste des risques environnementaux et de la dégradation des sols dans le monde.

« Les risques naturels et crises écologiques occupent les actualités quotidiennement, quel que soit la région du monde. On estime que les catastrophes naturelles étaient responsables de près de 100.000 fatalités et 500 milliards de dollars de pertes économiques dans le monde en 2023, sans compter les millions d'individus blessés, déplacés ou impactés. Au-delà des impacts directs et indirects sur les populations humaines, les événements extrêmes aggravent la pression sur les écosystèmes, dont beaucoup sont déjà en état de crise écologique. Les incendies de forêt sans précédent qui ont ravagé l'Australie en 2019-2020 ont causé la mort de plus de 3 milliards d'individus, mettant en lumière l'ampleur des défis auxquels nous sommes confrontés, notamment dans un pays où l'équilibre des écosystèmes est fragilisé par les espèces invasives. Il est prévu que le changement climatique continue à accentuer les écarts météorologiques et à aggraver ainsi l'intensité des phénomènes.

Le changement climatique est clairement un défi majeur de notre temps mais, plus discrètement, l'évolution de l'occupation du sol présente, elle aussi, des enjeux d'une ampleur similaire. L'homo sapiens a mis des dizaines de milliers d'années pour atteindre une population d'environ 1 milliards d'individus vers l'an 1800, et seulement deux cent ans pour arriver à environ 8 milliards aujourd'hui. Cette croissance exponentielle et fulgurante se poursuit et engendre des modifications de l'occupation du sol qui ont déjà transformé environ un-tiers de la planète en seulement six décennies. A l'échelle mondiale, ces évolutions prennent quelques formes types : la perte définitive des sols agricoles par l'artificialisation, la déforestation tropicale/équatoriale, et la croissance urbaine.

On s'attend à ce que plus de 2,5 milliards d'habitants s'ajoutent aux milieux urbains d'ici 2050. De plus, l'expansion des villes se fait plus fortement dans des régions où la planification et la maîtrise foncière est la moins développée.

Le MSc Environmental Hazards and Risks Management porté par l'IdEx en lien avec l'Académie 3 offre aux étudiants une opportunité unique de contribuer à la préservation de notre planète dans un monde confronté à des défis sans précédent et de s'investir dans une meilleure gestion de notre planète face aux transformations rapides qu'elle subit. Ce programme international et transversal est entièrement dispensé en anglais et a déjà réunis une trentaine de nationalités depuis son ouverture. Le MSc présente trois originalités par rapport aux formations déjà existantes au niveau national et international dans le domaine des risques naturels. D'abord, il couvre une large gamme de risques : séismes & tsunamis, inondations, feux de forêt, changement de l'occupation du sol, glissements de terrain... avec des modules interdisciplinaires complémentaires sur le changement climatique et la gestion de crise, parmi d'autres, afin de transmettre aux étudiants une culture générale et transversale de la gestion des risques. Ensuite, la pédagogie modulaire s'appuie fortement sur des projets et des cas d'études. Après un premier semestre de mise à niveau générale, les risques sont abordés les uns après les autres à temps plein. Enfin, ce programme international s'appuie fortement sur les outils informatiques, tels que les Systèmes d'Information Géographiques (SIG), la télédétection, et la programmation (Python & R). En effet, une croissance exponentielle de la disponibilité et de la qualité des données géoréférencées nous oblige à trouver les meilleurs moyens de gérer l'afflux de données massives. Par exemple, la base de données de l'IGN BD-TOPO contient plus de 50 millions de bâtiments numérisés à l'échelle de la France. Par ailleurs, les données climatiques de Météo France, mises en lignes gratuitement depuis janvier 2024, comptent plus de 2 millions de lignes pour un seul département pendant une seule décennie. La France est donc probablement le pays le mieux doté en données géographiques de très haute qualité au monde grâce à son industrie aérospatiale et ses investissements. Enfin, le cadre de la région SUD-PACA est particulièrement propice à l'étude des risques. Au-delà de son attractivité et sa renommée internationale, peu de régions en Europe présentent une telle variété de risques naturels sur leur territoire. C'est un laboratoire en plein air, posé sur un écosystème solide, où les exemples (pour former les talents de demain) ne manquent jamais. »





Elias BOUGHOSN

Plongez dans le récit inspirant d'un Alumni Université Côte d'Azur, diplômé du programme MSc Data Science and Artificial Intelligence (DSAI) développé par l'IdEx : Elias BOUGHOSN Ingénieur Big Data chez Amadeus. Son parcours est une véritable success story illustrant le chemin de la persévérance et de l'excellence.

« Depuis mes premiers pas dans le monde de l'informatique jusqu'à mon rôle actuel chez Amadeus, mon parcours a été un voyage passionnant, façonné par les compétences acquises lors de mon expérience au sein du programme Data Science & Artificial Intelligence (DSAI).

Après avoir obtenu ma licence en informatique au Liban, le programme DSAI s'est présenté à moi comme une opportunité évidente, fusionnant théorie et pratique dans un cocktail pédagogique réunissant l'informatique, les statistiques et les mathématiques. Ce challenge personnel m'a rapidement immergé dans l'art du traitement des données et la conception de modèles d'apprentissage automatique pour résoudre des défis réels. En effet, ce qui a véritablement distingué la formation MSc DSAI des autres programmes, c'est l'opportunité offerte de mettre en pratique les connaissances théoriques grâce à des projets de recherche et des stages. Mon expérience chez Amadeus en tant que stagiaire a d'ailleurs été une révélation, me montrant comment appliquer les connaissances et les compétences acquises en cours, auprès des meilleurs experts, à des problématiques réelles en entreprise.

L'obtention de mon diplôme du programme DSAI conjuguée à la proposition de contrat d'Amadeus (avant même ma diplomation) a été le point culminant d'un parcours intense et enrichissant, me préparant parfaitement pour le poste d'Ingénieur Big Data chez Amadeus. Les fondations techniques solides et l'état d'esprit forgé durant mes études dans ce MSc ont été de précieux alliés, me permettant de jongler avec aisance entre l'optimisation



d'algorithmes de recherche et l'analyse pointue de données clients.

Rétrospectivement, je suis très reconnaissant aux enseignants de ce MSc et au soutien indéfectible de l'équipe administrative qui m'ont donné les compétences et la confiance nécessaires pour réussir dans ma carrière d'ingénieur Big Data. Ma reconnaissance se manifestera par mon soutien aux futurs étudiants et alumni si l'occasion m'est donnée.

Alors que je continue aujourd'hui d'évoluer dans mon rôle chez Amadeus, je reste habité par un enthousiasme débordant à l'idée des opportunités futures qui se présenteront à moi. Les compétences acquises grâce au programme MSc DSAI m'ont ouvert la porte des possibles et je suis impatient de découvrir ce que l'avenir me réserve. »



Dr. Romain FILHOL

Romain Filhol, Docteur en géographie, Université Paris Est - Docteur en recherches sociales, Università degli Studi di Napoli Federico II - Post-doctorant à l'URMIS, Université Côte d'Azur.

Mon intérêt pour le lien entre travail, migrations et filières agro-alimentaires est né dans un village bulgare, Padina, lieu de mon premier terrain de recherche en 2010. Nourri par les récits de mes grands-parents, qui conféraient au potager un rôle central au sein de l'économie familiale, je voulais comprendre à travers l'exemple de cette commune montagneuse caractérisée par le poids de l'activité agricole et la petite propriété foncière si et comment un modèle agricole « paysan » – tel qu'étudié par Henri Mendras – pouvait-il encore survivre dans les marges de l'Union Européenne.

Après quelques semaines de recherches peu fructueuses, la réponse à cette question arriva de façon inattendue à l'occasion des vacances de printemps. Pour la première fois depuis mon arrivée, le village était peuplé de jeunes hommes et femmes que je n'avais jusqu'alors jamais vu·e·s. Il devenait alors clair que c'était grâce aux migrations de travail saisonnières de ses habitant·e·s, qui faisaient le choix de partir plusieurs mois par an pour travailler dans les secteurs en tension d'Europe de l'Ouest – et en particulier l'agriculture intensive – que subsistait à Padina un modèle agricole tourné vers l'autosubsistance et la mise en vente des surplus.

Quel choc cela fut de découvrir que la persistance d'un modèle agricole respectueux de la terre et ses habitant·e·s dépendait étroitement d'un autre modèle agricole, celui-là fondé sur l'exploitation des ressources et de la main d'œuvre ! Pris dans ces réflexions, je m'intéressai de plus près au rôle des travailleurs et travailleuses agricoles migrant·e·s ; et tandis que je découvrais les travaux de chercheurs et chercheuses comme Swanie Potot – qui aujourd'hui encadre mon travail à l'URMIS – la « révolte de Rosarno » éclatait, au cours de laquelle plusieurs centaines de cueilleurs et cueilleuses d'oranges africain·e·s s'élevèrent contre l'exploitation et les violences qu'ils et elles subissaient dans les campagnes d'Italie du Sud.

Cet évènement marqua le point de départ de mes recherches sur le rôle du travail migrant dans les espaces d'agriculture intensive du Mezzogiorno. Comment expliquer l'existence d'un besoin incompressible de main-d'œuvre étrangère aux espaces de production d'une part, et la persistance de dynamiques de ségrégation et d'exploitation de cette même main d'œuvre d'autre part ? Pourquoi traiter de manière inhumaine des travailleurs et des travailleuses dont on sait avoir besoin ?

Après un premier terrain de recherche en périphérie de Naples (2011-2012) marqué par le cadre théorique porté par les membres de l'URMIS – notamment dans l'ouvrage De l'ouvrier immigré au travailleur sans papiers. Les étrangers dans la modernisation du salariat (Morice, Potot, 2010) – l'Université Paris-Est me donnait l'opportunité de continuer à explorer ces thématiques dans le cadre d'une thèse de doctorat en géographie réalisée en cotutelle avec l'Università degli Studi di Napoli Federico II et encadrée par Claire Hancock, Adelina Miranda et Serge Weber (2012-2020).

Rapidement, je comprenais que pour analyser au plus près l'importance du travail réalisé par les migrant.e.s dans le secteur de l'agriculture intensive, je devais m'intéresser à une filière précise. A la fois pour son importance symbolique et pour les situations d'exploitation extrême qu'elle engendrait, je décidais de m'intéresser à la filière

de la tomate à industrie, afin de « lever le voile » sur ce qui se cache derrière ces familières boîtes de métal permettant de cuisiner les plats les plus célèbres de la tradition culinaire italienne.

Récompensée par le Prix de l'Université du Conseil Départemental du Val-de-Marne (2022), ma recherche de thèse ouvrait la voie à une exploration plus large de ce qui, avec un chiffre d'affaires de 4,4 milliards d'euros en 2022, représente la plus importante filière italienne de transformation de fruits et légumes. Ainsi, grâce à l'obtention d'un contrat IdEx d'Université Côte d'Azur et grâce au soutien de l'URMIS – que j'ai enfin eu la chance de rejoindre, après plusieurs années passées à m'inspirer du travail de ses membres – mes recherches actuelles (2023-2024) mettent en lumière la façon dont le fait migratoire a façonné et façonne encore aujourd'hui le destin de la boîte de tomate.

A travers, d'un côté, une enquête ethnographique de plusieurs mois dans les usines de transformation de tomate, au cours duquel je côtoyais d'autres catégories de migrant.e.s que celles et ceux qui travaillent dans les champs ; et à travers, de l'autre, une analyse du rôle joué par les migrations italiennes dans la consommation et la distribution des produits agro-alimentaires Made in Italy, mon travail s'inscrit pleinement dans le renouveau des études consacrées aux mutations des filières agro-alimentaires dans le cadre de la mondialisation. Dans l'espoir de nous voir toutes et tous accorder un peu plus d'importance aux conditions de production de ce que nous mangeons ; mais aussi un peu plus de reconnaissance, ou du moins de respect, à ces migrants et migrantes qui contribuent à faire en sorte que nos assiettes restent pleines.

Le coup de cœur «IdEx Postdoctoral Research Award», attribué le 13 février 2024 par Laurent Counillon, Vice-Président en charge de la Recherche et Innovation à Université Côte d'Azur, a récompensé Romain Filhol et son équipe par un crédit de recherche d'une valeur de 5K€ pour ses travaux de recherche au sein du laboratoire URMIS (Unité de recherche Migrations et société) et sa présentation intitulée « The tomato can: analysing the trajectory of an object produced by and for migrants. »



PROJETS A LA UNE

Le Programme Recherche de l'Initiative d'Excellence d'Université Côte d'Azur déploie tout un panel d'actions et de dispositifs visant à soutenir la recherche. Découvrez ici des projets de recherche finalisés ou en cours qui participent à la renommée mondiale et l'attractivité d'Université Côte d'Azur.



ADIPO-CIBLE : PERCER LES MYSTÈRES DE L'OBÉSITÉ

Percer les mystères de l'obésité, telle est la mission que s'est fixée Adipo-Cible. Depuis novembre 2023, le consortium rassemble officiellement 17 équipes de recherche fondamentale et clinique et une start-up autour d'un objectif commun : comprendre pourquoi le tissu adipeux dysfonctionne chez les personnes souffrant d'obésité et développer une prise en charge personnalisée de la maladie.

L'obésité, la maladie chronique la plus répandue dans le monde

Avec plus d'un milliard de personnes atteintes dans le monde, l'obésité est aujourd'hui la maladie chronique la plus répandue. La prévalence de l'obésité a poursuivi sa hausse vertigineuse ces dernières décennies, doublant à l'échelle mondiale depuis 1990 chez les adultes, et quadruplant chez les adolescents[1]. En France, près de la moitié de la population est en situation de surpoids (47,3%), incluant 17% de personnes souffrant d'obésité[2].

L'organisation mondiale de la santé définit l'obésité comme une maladie chronique complexe car multifactorielle impliquant « un dépôt excessif de tissu adipeux pouvant nuire à la santé »[3]. En effet, les personnes souffrant d'obésité ont un risque important de développer de nombreuses pathologies telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète de type 2 et certains types de cancer, qui non seulement contribuent de manière importante à la morbidité et à la mortalité mondiales, mais imposent également un fardeau économique considérable. L'obésité est associée à un déclin physique plus rapide et à la fragilité et devient donc un problème majeur pour nos populations occidentales vieillissantes.

Un continuum recherche fondamentale-translationnelle-clinique

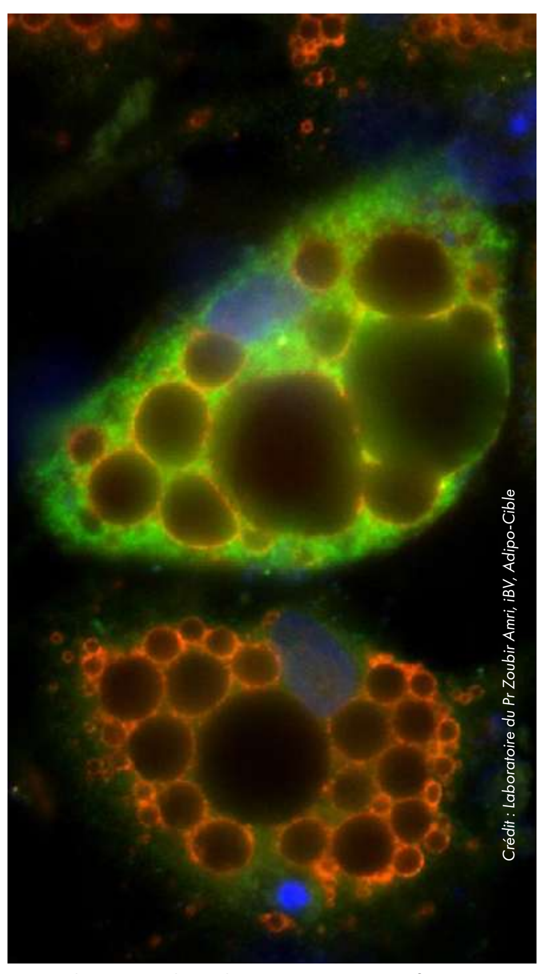
Si les stratégies thérapeutiques ont progressé récemment, la prise en charge de l'obésité reste complexe et peu efficace, notamment du fait de la multi-factorialité de la maladie. Ainsi, les résultats des interventions portant sur le régime alimentaire et/ou l'activité physique restent modestes à long terme. Il est donc urgent de déterminer les facteurs

physiologiques sous-jacents à cette maladie, tant au niveau génétique que cellulaire et moléculaire, afin d'endiguer l'explosion du nombre de cas.

Le consortium Adipo-Cible, porté par les professeurs Antonio Iannelli, chirurgien bariatrique, et Christian Roux, rhumatologue du CHU de Nice, entend aller plus loin dans la compréhension de l'obésité en adoptant une approche multidisciplinaire. En effet, Adipo-Cible crée pour la première fois un réel continuum recherche fondamentale-translationnelle-clinique sur l'obésité et ses complications métaboliques avec trois axes de recherche principaux : la découverte des mécanismes impliqués dans le dysfonctionnement du tissu adipeux, le pan le plus fondamental de ce projet d'envergure ; la recherche de biomarqueurs de la reprise de poids après chirurgie, associée à la création d'algorithmes prédictifs, ce qui permettra le développement de traitements personnalisés pour chaque patient, projet translationnel à la frontière entre recherche fondamentale et application clinique ; et enfin, grâce à l'intelligence artificielle, les données de chaque patient pourront, à terme, être analysées afin de développer des programmes nutritionnels et d'activité physique novateurs et personnalisés et/ou des interventions chirurgicales et endoscopiques pour améliorer l'efficacité et le maintien de la perte de poids.

Outils d'animation et de culture scientifique

Le consortium Adipo-Cible a pour objectif de devenir un acteur international majeur de la recherche sur l'obésité, mais aussi de la culture scientifique. En effet, de nombreux mythes autour de l'obésité continuent de stigmatiser les patients en suggérant leur propre responsabilité dans leur maladie[4]. Adipo-Cible développera des outils d'animation pour disséminer les connaissances sur le tissu adipeux, tant à l'adresse des étudiants d'Université Côte d'Azur et de ses partenaires nationaux, européens et internationaux que du grand public. Mieux connaitre la science derrière l'obésité permettra de lutter contre la stigmatisation des malades, et ainsi favoriser leur prise en charge.



Tissu adipeux en culture observé en microscopie fluorescence.

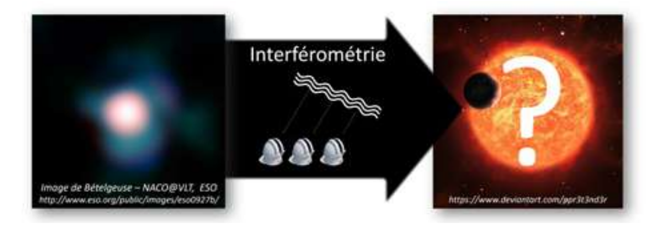
1 Phelps et al., The Lancet 2024, https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)02750-2
2 Fontbonne et al., J Clin Med 2023, https://doi.org/10.3390/jcm12030925
3 Obésité et surpoids, OMS 2024, https://t.ly/aPdXz.
4 Westbury et al., Curr Obes Rep 2023, https://doi.org/10.1007/s13679-023-00495-3

ASTROPHOTONIQUE

Numériser le champ électrique optique stellaire

A l'exception du soleil, les étoiles apparaissent dans notre ciel comme des points minuscules et c'est une grande déception de découvrir que même un télescope ne permet pas d'en détailler la surface. Pendant des siècles, les astronomes ont ainsi scruté la luminosité, la couleur ou les positions des étoiles... sans en voir la forme ! C'est seulement depuis une dizaine d'années que les premières images des plus grandes et plus proches étoiles ont été révélées – et elles ne sont pas sphériques ! Ces images restent des images à basse résolution et distinguer des détails fins nécessiterait des télescopes de plus grand diamètre : typiquement quelques centaines de mètres, ce qui semble difficile voire impossible à fabriquer.

Une alternative consiste à recourir à une technique appelée interférométrie, dans laquelle un ensemble de « petits » télescopes indépendants collaborent pour former l'équivalent d'un télescope virtuel géant. Pour que cette technique fonctionne, il est cependant nécessaire de corréler deux à deux les signaux optiques issus des différents télescopes. Cette opération est particulièrement difficile aux longueurs d'onde optiques pour deux raisons : le champ électrique optique est trop rapide et trop faible pour être enregistré directement par des systèmes électroniques et il est extrêmement



compliqué de transporter la lumière sur de grandes distances sans en modifier d'importantes propriétés.

Pour surmonter ces limitations, nous travaillons à l'Institut de Physique de Nice (INPHYNI) sur des méthodes de détection ultra-rapide combinant laser à impulsions courtes et composants photoniques « telecom » de dernière génération. L'objectif de la thèse de Félix Gudin, financée par l'IdEx d'Université Côte d'Azur, est ainsi de réussir à numériser indirectement le champ électrique optique stellaire tout en levant le verrou du transport optique au moyen de méthodes photoniques... ou plutôt, dans ce contexte, de méthodes astrophotoniques ! ■



Nicolas Forget,
Directeur de recherche à l'Institut de Physique de Nice

Félix Gudin,
Doctorant à l'Institut de Physique de Nice



LA MODALITÉ EN ANGLAIS:

quelle est la meilleure façon de l'enseigner à des apprenants universitaires francophones ?

Les verbes modaux anglais *can, could, may, might, should, would, etc*, servent à exprimer une certitude, une probabilité, un regret ou à demander la permission de faire quelque chose, entre autres usages. Ils sont difficiles à acquérir pour des apprenants francophones pour plusieurs raisons.

D'abord parce qu'ils expriment tous plusieurs sens. Par exemple, may peut exprimer une probabilité (*ex.: it may be already too late* 'il est possible qu'il soit déjà trop tard') ou demander la permission de faire quelque chose (ex.: *may I borrow these books?* 'puis-je emprunter ces livres?'). Ensuite, parce que plusieurs modaux ont le même sens mais avec des différences subtiles. Par exemple, may et might expriment la probabilité mais à des degrés divers. Could est le passé de can dans le sens de capacité à faire quelque chose (*ex.: when I was younger, I could run for hours* 'quand j'étais plus jeune, je pouvais courir pendant des heures), mais il exprime aussi un degré de probabilité (*ex.: this could be done quickly* 'cela pourrait se faire rapidement').

Autrement dit, la polysémie des modaux fait qu'il est difficile de les présenter de façon à la fois claire et complète. Comme il est naturel de vouloir exprimer ses désirs, regrets, émotions et d'imaginer comme les choses pourraient, auraient dû ou pu être, il est important d'apprendre les verbes modaux en anglais. Ceux-ci présentent une difficulté particulière pour les apprenants francophones parce que le français utilise des

temps et modes différents plutôt que des verbes modaux. Ainsi, le passé composé dans 'elle a dû partir plus tôt' *she had to leave earlier* a un sens tout à fait différent du conditionnel passé dans 'elle aurait dû partir plus tôt' *she should have left earlier* et correspondent à deux modaux anglais.

La question se pose donc de la meilleure façon d'enseigner la modalité à des apprenants universitaires francophones. Ce projet teste l'efficacité d'une approche traditionnelle et d'une approche dérivée de la linguistique cognitive. L'approche traditionnelle consiste à présenter les actes discursifs des modaux individuellement, puis de permettre aux apprenants de les utiliser aux cours d'exercices composés de phrases isolées et sans contexte. On pourrait par exemple expliquer que may sert à demander la permission de faire quelque chose puis proposer aux étudiants de réécrire des phrases en utilisant un verbe modal (ex.: *Mind if I sit here?* 'cela vous ennuie que je m'asseye ici' –> *May I sit here?* 'puis-je m'asseoir ici?').

L'approche didactique dérivée de la linguistique cognitive tient compte des résultats d'études expérimentales selon lesquelles un enseignement qui permet aux apprenants de participer à des activités ludiques qui s'inscrivent dans un contexte culturel pertinent est plus efficace qu'un enseignement traditionnel. Par exemple, on pourrait demander aux apprenants d'écouter une chanson contemporaine en lisant les paroles écrites dans lesquelles on aurait enlevé les modaux. Une fois qu'ils auraient trouvé les modaux, on discuterait des paroles en expliquant les sens des modaux, puis on leur demanderait de réécrire la chanson en proposant d'autres modaux: comment cela changerait-il les paroles de la chanson?

Les étudiants qui participent à ce projet suivent un cours de grammaire et de traduction. La partie grammaire permet d'enseigner les modaux et la partie traduction permet de travailler sur des textes authentiques en thème et variation pour étudier l'usage des modaux en contexte.

CL-based approach

Scorpio (October 23 – November 21)
2024 could be the best year of your life thanks to Jupiter that will dance across your sky until June. Jupiter could help you make long-term promises, you might get engaged and even married. If you are still single you should be attracting kindred spirits who will be entering your energy space eager to get to know you. Enjoy!

Now create your own horoscopes! Have fun with it: good things you would like to happen to you or bad things to someone you don't like!

Choose a sign: ____________________

Write predictions for 2024 in complete sentences with at least 4 different modal auxiliaries.

CL-based approach



This is of course former President Barack Obama campaigning in 2008. This was his most famous slogan. What does it mean? Why was it successful? What's the French equivalent? Does it work as well? Why or why not? Then replace *can* with other modal auxiliaries. What works? What doesn't?

What promises do politicians often make? Think of a few promises, choose a modal verb for each one and write a complete sentence to express that promise.

yes, we ________ = ____________________
yes, we ________ = ____________________
yes, we ________ = ____________________
yes, we ________ = ____________________
yes, we ________ = ____________________

Les progrès des étudiants sont suivis grâce à des traductions et des compositions sur table ainsi que des tâches expérimentales présentées comme des tests de grammaire au début, durant et à la fin du semestre. Les travaux sur table et les exercices de grammaire en ligne comptent pour leurs notes de contrôle continu.

Les résultats de ce projet permettront d'améliorer la façon dont les cours d'anglais (et d'autres langues) sont enseignés à Université Côte d'Azur et donc d'améliorer les compétences linguistiques des étudiants. Ils seront diffusés lors de conférences universitaires et dans des articles de revues de linguistique appliquée. ■



Dalila Ayoun,
Professeure de
linguistique française



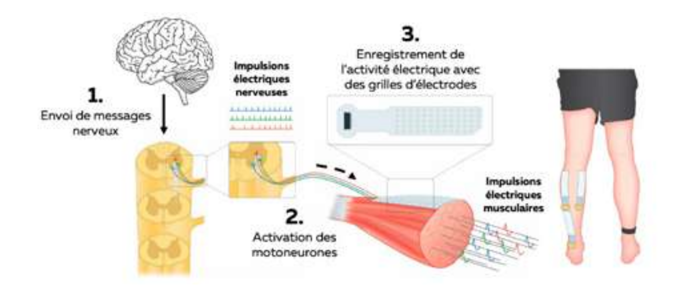
NEURON

Déchiffrer le code nerveux du mouvement pour comprendre, optimiser et restaurer la fonction motrice

Le mouvement occupe une place essentielle dans de nombreuses fonctions vitales et il nous permet d'interagir avec notre environnement. Cependant, comprendre la manière dont le mouvement est produit reste un challenge pour de nombreux champs scientifiques. L'originalité de ce projet réside dans le fait de changer l'échelle à laquelle nous observons et interprétons le contrôle du mouvement, i.e. des muscles aux neurones moteurs.

Notre cerveau contrôle la plupart de nos mouvements en envoyant à nos muscles des messages nerveux sous forme d'impulsions électriques. Ces messages nerveux transitent notamment via des neurones moteurs (ou motoneurones) qui relient la moelle épinière aux fibres musculaires. Grâce à des avancées récentes, il est possible de décoder l'activité électrique d'un muscle mesurée par une technique appelée électromyographie (EMG) en utilisant des algorithmes d'intelligence artificielle. Ainsi, les signaux recueillis sont décomposés afin d'isoler l'activité de plusieurs motoneurones, fournissant une information sur la commande nerveuse transitant par la moelle épinière. Ainsi, le motoneurone spinal est le seul neurone du corps humain dont l'activité électrique peut être mesurée de manière non invasive, c'est-à-dire sans franchir la barrière de la peau. De telles informations n'avaient été obtenues jusqu'alors qu'avec des électrodes implantées dans des muscles ou des nerfs.

L'utilisation de cette approche va nous permettre de mieux comprendre la manière dont les commandes nerveuses sont distribuées aux motoneurones pour produire le mouvement. Nous testerons notamment l'hypothèse que ces commandes sont distribuées à des groupes fonctionnels, et non anatomiques, de motoneurones. Au-delà de ces travaux fondamentaux, nous utiliserons notre approche pour évaluer (et comprendre) les déficits moteurs chez des patients atteints de lésions du système nerveux. Enfin, cette approche nous permettra de développer des interfaces neuronales humain-machine innovantes. ■



PORTRAIT

JEAN CARLO YUNÉN ARÓSTEGUI



Jean Carlo Yunén Aróstegui, diplômé de University of California at Los Angeles (UCLA) en mise en scène théâtrale, est un réalisateur et artiste dominicain d'origine espagnole et libanaise. Il a commencé sa carrière artistique à quinze ans avec une exposition photo à Santo Domingo. Attiré par les histoires où l'humanité et l'idéologie s'affrontent, il utilise l'humour pour explorer les vérités humaines.

Il s'intéresse aux récits culturels et a travaillé sur plusieurs productions utilisant de nouvelles technologies de narration, dont la réalité augmentée et virtuelle. Engagé, comme en témoigne ses rôles de producteur artistique associé pour In The Margin, une coalition d'artistes pluridisciplinaires QTBIPOC (Queer and Trans, Black, Indigenous People of Color), ainsi que de coordinateur de la Queer Theatre Alliance.

Comment Université Côte d'Azur attire-t-il un artiste comme Jean Carlo Yunén Aróstegui ?

En 2022, sous l'impulsion de son directeur actuel, le Professeur Jean-François Trubert, un nouveau Centre de Référence IdEx dédié à la réalité étendue est créé : eXtended Reality Research and Creative Center (XR^2C^2). Il rassemble les activités multidisciplinaires de 13 laboratoires d'Université Côte d'Azur dans le domaine des réalités étendues autour de capacités techniques et d'expertises spécifiques. Son objectif est de devenir un centre majeur pour les initiatives régionales liées aux environnements immersifs dans des domaines tels que la création artistique, les études des médias, la santé, les sciences et les technologies de l'information et de la communication. Les professionnels de l'industrie, de la formation et de la recherche ont accès à une plateforme technologique, ainsi qu'à des compétences et des connaissances situées sur le Campus Georges Méliès à Cannes. En d'autres termes, XR^2C^2 se positionne en carrefour permettant de faciliter l'émergence de nouvelles innovations dans les domaines des réalités étendues de façon interdisciplinaire et intersectorielle.

Dans ce cadre, les pilotes d'XR^2C^2 ambitionnent très vite d'offrir des résidences artistiques au centre XR^2C^2 permettant aux artistes spécialisés dans les technologies XR de créer une œuvre sur le Campus Georges Méliès d'Université Côte d'Azur, en collaboration avec les étudiants et chercheurs. Les artistes partagent leur expérience et leur processus créatif, en mettant en avant l'utilisation des dispositifs XR. Une restitution finale est organisée en fin de résidence pour présenter les résultats de cette expérience.

Quelques mois plus tard, Jean Carlo est le premier bénéficiaire d'une résidence XR^2C^2.



Comment avez-vous entendu parler de la résidence XR^2C^2 d'Université Côte d'Azur ?

C'est le Professeur de UCLA Jeff Burke qui m'a transmis l'appel. Il a été invité par XR^2C^2 dans le cadre d'une journée d'étude et a continué à suivre le développement du Centre depuis. Quand il a entendu parler de cette résidence, il a pensé que le dispositif pourrait soutenir mes travaux en cours.

Qu'est-ce qui vous a encouragé à postuler à cette résidence ?

Je me décris comme un conteur multimédia avec un intérêt particulier pour la mise en scène de théâtre. Mon travail est centré sur le concept d'identité et la relation de l'individu avec la communauté dans son ensemble, alors que nous naviguons notre place dans le monde.

Dans ce contexte, j'avais commencé à explorer le potentiel de la réalité étendue et augmentée dans l'immersion au théâtre. Je cherchais à approfondir ce champ, mais il n'existe que très peu d'endroit où pouvoir le faire. En ce sens, au-delà du caractère attractif des conditions d'accueil, la résidence proposée par XR^2C^2 représentait une opportunité assez unique et novatrice dans son contenu.

Qu'avez-vous fait au cours de votre résidence ?

J'ai été sélectionné sur la base d'un projet, UNEARTHED, qui se proposait d'explorer les interactions entre la technologie et le public. Pour cela, je me suis appuyé sur ma propre histoire avec la migration de mes parents du Liban à la République Dominicaine, puis la mienne de la République Dominicaine aux Etats-Unis. Véritable projet de recherche-création, j'ai souhaité aborder la question de la manière dont la réalité augmentée peut créer du lien au sein des familles.

Plus spécifiquement, mon travail s'est appuyé sur les hypothèses et les questionnements suivants : Qu'est-ce que nous héritons de l'immigration et qu'est-ce qui nous est dû ? Que pouvons-nous revendiquer, et qu'est-ce qui nous est donné, que nous le voulions ou non ? Comment pouvons-nous créer de nouvelles caractéristiques à partir du passé ?

Au niveau création, mon travail s'est appuyé sur une combinaison de performances scéniques en direct superposées d'une couche de réalité augmentée. Pendant la pièce de théâtre, le public se déplace dans l'espace pour faire l'expérience de différentes propositions médiatisées par un dispositif.

Comment décrire votre environnement de travail et le soutien obtenu par les équipes d'XR^2C^2 ?

J'ai été très encouragé par l'équipe dirigeante et opérationnelle du Centre, et ce avec beaucoup de bienveillance. Mais surtout, le projet engagé, de par son caractère explorateur et ambitieux, nous a permis d'apprendre ensemble et d'ajuster l'environnement proposé en fonction des besoins du projet. La souplesse dont les équipes ont fait preuve ainsi que leur capacité d'adaptation a permis un environnement propice à UNEARTHED.

En d'autres termes, l'approche adoptée a été celle d'un apprentissage continu reposant sur


Unhearted, 2022

1)la recherche, 2)la poursuite d'une vision artistique ciblée, tout en 3) restant adaptable aux différents résultats rencontrés tout au long du projet.

Guidée par un ensemble de lignes directrices et d'objectifs qu'elle s'est elle-même imposés, l'équipe est restée flexible dans la poursuite de ces objectifs, les ajustant si nécessaire pour s'aligner sur l'évolution de ses besoins et de ses découvertes.

Dans quelle mesure la résidence a-t-elle impacté votre travail ?

L'opportunité qui m'a été offerte d'accorder du temps à la réflexion créatrice a été extrêmement précieuse. J'ai également apprécié la possibilité d'inviter une partie de mes équipes à me rejoindre pour renforcer nos capacités ensemble.

En termes de méthodologie, la résidence m'a permis de travailler sur les idées tout en testant leur mise en œuvre de façon concomitante. Un véritable travail exploratoire qui a eu comme résultat la création d'un premier prototype.

Maintenant, il me faut trouver un lieu adapté pour accueillir ce premier prototype et poursuivre son développement mais c'est un défi. La raison est double. D'abord, encore aujourd'hui, très peu de lieux disposent d'infrastructures et équipements à la hauteur de celles d'XR^2C^2 au sein du Campus Georges Méliès. Typiquement aux Etats-Unis c'est encore très émergeant et nous sommes encore très loin du niveau de ce qu'on peut trouver sur le Campus cannois. Ensuite, le projet en lui-même étant très novateur, là aussi, il n'est pas évident de trouver un lieu pouvant y faire écho.

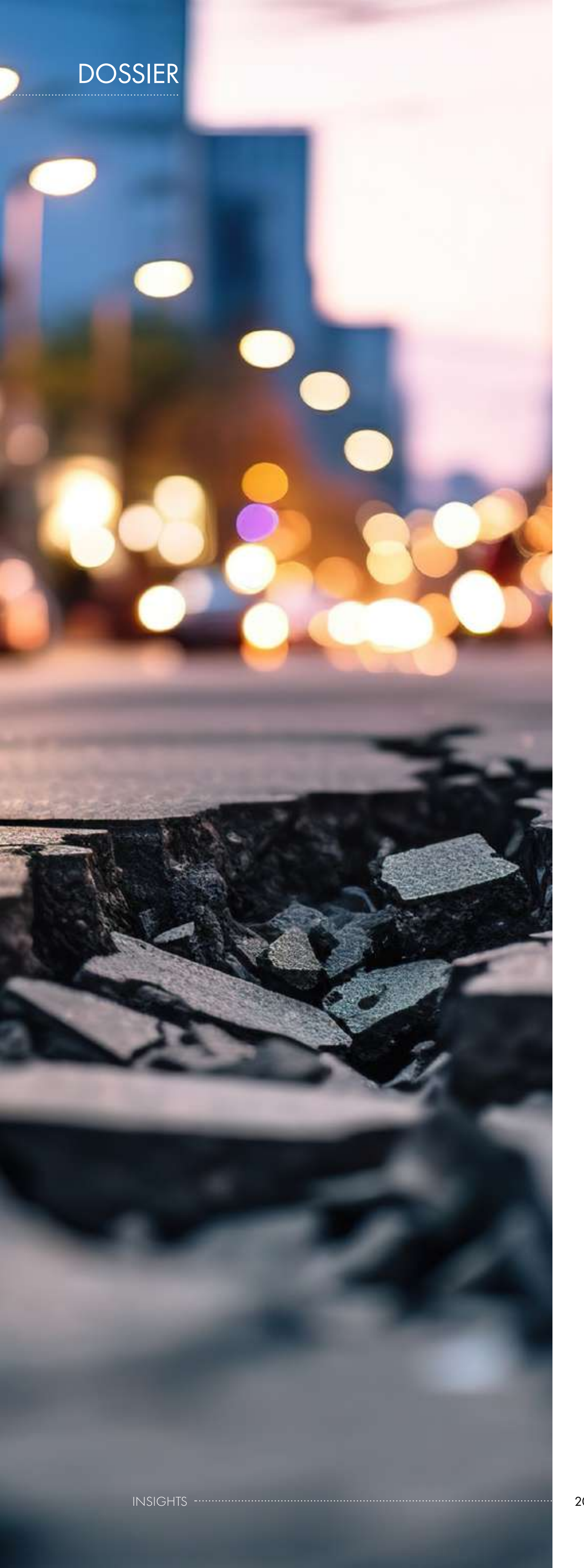
Que retenez-vous de votre résidence XR^2C^2 ?

Ce fût extrêmement enrichissant de plonger en profondeur dans la fusion culturelle et politique présente sur le territoire azuréen. L'exploration de l'identité est un thème cohérent dans ce contexte. Le profil avant-gardiste de la région et les efforts de sa communauté artistique pour repousser les frontières entre l'art, la technologie et les différents médiums étaient vraiment à propos.

In fine, en intégrant les technologies de réalité augmentée, il est possible d'accéder à un autre monde interne de souvenirs, comblant ainsi le fossé temporel ou créant un nouveau temps où les souvenirs peuvent prendre vie. Ainsi, en insufflant des émotions dans la technologie, nous pouvons nous rendre dans des endroits qui seraient autrement inaccessibles, faire l'expérience de l'invisible et rendre l'invisible visible grâce au monde virtuel. Ce qui rend ce média si captivant à mes yeux, c'est sa capacité à interagir avec le monde réel.

En conclusion, outre les nouvelles compétences acquises, ce que je retiens de cette résidence c'est comment elle m'a permis d'aller au-delà des limites en expérimentant. ■


DOSSIER
SÉISMES ET
RISQUE SISMIQUE



SÉISMES E

Imprévisibles, destructeurs et parfois meurtriers, les tremblements de terre sont des catastrophes naturelles redoutées. Depuis la nuit des temps, les humains tentent de comprendre ce qui pousse la terre à trembler jusqu'à, de temps à autre, détruire des villes entières. L'origine de ces phénomènes sismiques, longtemps considérés comme une fatalité, voire une colère divine, se trouve en réalité sous nos pieds, au cœur de la Terre. La chaleur et la pression qui y règnent occasionnent en effet un phénomène de convection thermique du manteau terrestre. À l'image de l'eau dans une casserole posée sur le feu, les régions du manteau les plus chaudes et les moins denses ont tendance à remonter vers la surface tandis qu'à l'inverse, les régions froides et denses s'enfoncent vers le centre de la planète. Ces mouvements internes de matière ont des impacts en surface, notamment sur les plaques tectoniques qui se déplacent en conséquence les unes par rapport aux autres de quelques millimètres à plusieurs centimètres par an. Ces déformations de la croûte terrestre entraînent par endroit l'accumulation de tensions dans les roches. Lorsque leur point de rupture est atteint, l'énergie accumulée est libérée brutalement par un déplacement brusque du sol et la terre tremble.

Cette rupture provoque en effet des vibrations, appelées des ondes sismiques, qui se propagent de proche en proche dans la roche et engendrent les secousses ressenties en surface. En fonction de la puissance du séisme et de la qualité des infrastructures, de nombreuses vies humaines peuvent être perdues et les conséquences sur les villes peuvent être catastrophiques, sans parler des répercussions sur l'environnement. Le violent séisme qui a frappé Haïti le 12 janvier 2010 est ainsi responsable de la mort de plus de 250 000 personnes et d'au moins autant de blessés. La capitale, Port-au-Prince, et certaines villes voisines ont été ravagées. Plusieurs centaines de milliers de

T RISQUE SISMIQUE

personnes se sont retrouvées sans-abri du jour au lendemain. Au-delà de la secousse initiale et des répliques associées, un séisme peut induire d'autres effets indirects qui peuvent encore aggraver un bilan déjà lourd. Les vibrations associées aux séismes sont en effet susceptibles de provoquer des glissements de terrain ou une liquéfaction de certains sols saturés en eau qui perdent alors leur portance. De plus, lorsqu'ils ont lieu dans l'océan, les tremblements de terre, ou les glissements de terrain associés, peuvent déclencher des tsunamis. Celui engendré par le séisme du 26 décembre 2004 au large de l'île indonésienne de Sumatra a ainsi touché quasiment tout le pourtour de l'océan Indien. Au final, plus de 250 000 victimes ont été imputées à cette double catastrophe mais une majorité d'entre elles ont été fauchées par le tsunami.

LABORATOIRE GEOAZUR

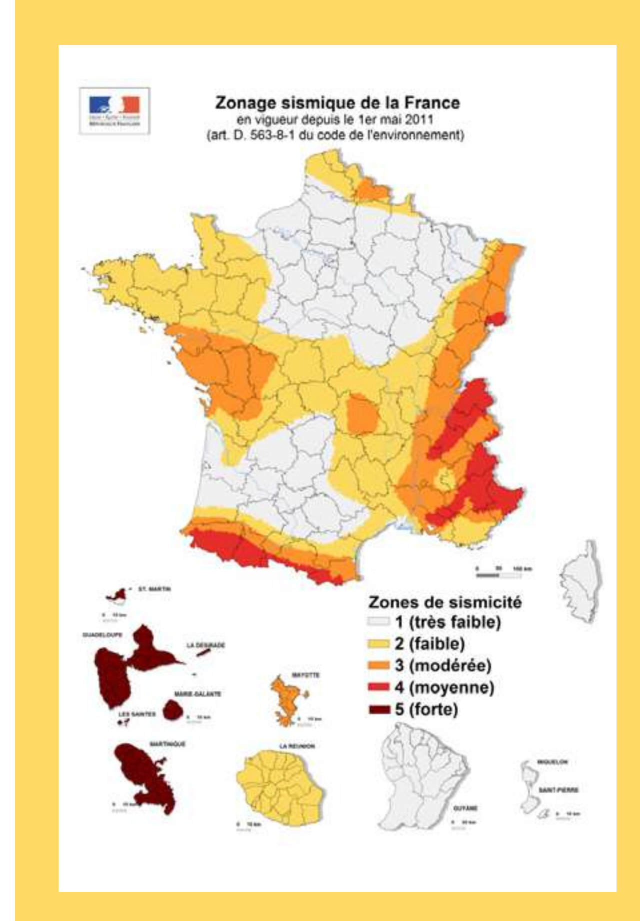
Localisé sur deux sites, le Campus Azur du CNRS à Sophia-Antipolis et l'Observatoire de l'OCA du Plateau de Calern à Caussols, le laboratoire GéoAzur se dédie à l'étude des sciences de la Terre, de l'océan et de l'espace sous la tutelle d'Université Côte d'Azur, de l'Observatoire de la Côte d'Azur (OCA), du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et du Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema).



UNE COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE EN CÔTE D'AZUR DÉDIÉE À L'ÉTUDE DES SÉISMES

Malgré une meilleure compréhension des mécanismes inhérents aux tremblements de terre, il n'est pas (encore) possible de prédire où et quand le prochain séisme frappera. Afin de minimiser leur impact sur les populations et les infrastructures, la communauté scientifique se mobilise sur plusieurs fronts. Son premier objectif est de suivre l'activité sismique afin d'affiner les connaissances sur les tremblements de terre. Les scientifiques s'attachent par ailleurs à poursuivre la coopération avec les pays les plus affectés, tout particulièrement au Sud, et à promouvoir l'éducation autour des séismes et des risques sismiques. Ses différentes facettes sont représentatives des objectifs du laboratoire Géoazur qui dédie une partie de ses activités à la sismologie, la science qui a pour objet l'étude des séismes. « *L'Observatoire de la Côte d'Azur est notamment responsable de la surveillance sismique dans la région Provence – Alpes Côte d'Azur et en Corse* », poursuit Françoise Courboulex, directrice-adjointe de Géoazur. Les ingénieurs sismologues du laboratoire gèrent 40 stations sismologiques réparties sur ces territoires. Ces stations sont équipées de sismomètres capables de détecter les mouvements du sol qu'ils retransmettent en temps réel. En cas de tremblement de terre, ces appareils permettent de déterminer à quelle heure, pendant combien de temps et avec quelle amplitude les ondes sismiques sont perçues. « *À partir de ces données, il est possible de caractériser la localisation et la magnitude des séismes* », souligne la sismologue qui est aussi directrice de recherche au CNRS. Ces phénomènes sismiques génèrent en effet plusieurs types d'ondes. Les ondes de compression, dites P, sont les plus rapides avec une vitesse de l'ordre de 6 km/s en moyenne et donc les premières à être détectées par

les stations sismiques. Elles sont suivies des ondes de cisaillement ou S, plus lentes avec une vitesse d'environ 3,5 km/s. À partir de l'écart de temps entre la détection de ces deux types d'ondes, dont on connaît la vitesse moyenne, il est possible de calculer la distance entre la station et l'épicentre du séisme. Il suffit alors théoriquement de trois stations pour localiser un séisme par triangulation. Quant à l'amplitude des ondes sismiques, elle peut être exploitée pour évaluer la magnitude des séismes. Aujourd'hui des algorithmes se chargent de cette caractérisation des séismes de façon automatique. Si ces données indiquent un risque pour la population ou les infrastructures de la part du séisme lui-même ou à cause d'un potentiel tsunami, l'information, une fois validée par des sismologues, sera remontée aux autorités compétentes.



ÉVALUER
LE RISQUE SISMIQUE

La science ne permet pas de prédire les séismes mais elle permet d'estimer la probabilité qu'une vibration forte touche une certaine région au cours d'une période définie. « *Grâce au suivi de la sismicité et aux données historiques, il est possible d'évaluer l'aléa sismique. En France, cinq zones réglementaires ont ainsi été définies, allant d'un niveau très faible, ou niveau 1 comme à Paris, à fort, tel qu'aux Antilles par exemple. Le département des Alpes maritimes est ainsi dans une zone de niveau 4 mais les séismes qui ont lieu régulièrement sur la Côte d'Azur sont généralement de faible magnitude et ne sont pas ressentis par la population* », rassure Françoise Courboulex. Pour s'en rendre compte, il suffit d'ailleurs de consulter en ligne l'outil Sismoazur (https://sismoazur.oca.eu/) mis en place par le laboratoire Géoazur pour recenser en temps quasi réel les derniers séismes qui ont touché la région. Au-delà de l'aléa sismique, les effets d'un séisme peuvent varier au niveau local, notamment en fonction de la composition des sols et de la topographie. « Ces effets de site peuvent amplifier localement les ondes sismiques, et donc les dégâts occasionnés », ajoute la sismologue. Le risque sismique prend donc en compte, non seulement les aléas sismiques, mais aussi la vulnérabilité locale des constructions ainsi que la densité de population. L'évaluation de ce risque sismique permet de mettre en place, là où elles sont nécessaires, des mesures de prévention susceptibles de modérer les effets d'un séisme, comme des normes de constructions parasismiques, une information éclairée des citoyens ou encore la formation des équipes de secours.

MIEUX COMPRENDRE LES GRANDS SÉISMES

Outre cette partie opérationnelle de surveillance sismique, le laboratoire Géoazur se consacre aussi à la recherche. « *Il reste encore beaucoup de questions ouvertes sur les séismes* », rappelle Jean-Paul Ampuero, responsable de l'équipe Séismes – Cycles et directeur de recherche IRD qui bénéficie d'une chaire d'excellence de l'IdEx. Le chercheur et son équipe s'intéressent beaucoup aux questions fondamentales autour de la mécanique de la rupture. Une de leur découverte majeure traite des grands séismes dont la magnitude est supérieure à 6. « *Les théories classiques considèrent la propagation des ruptures sismiques comme circulaire à partir de l'hypocentre, le point de rupture des roches à l'origine des séismes, explique le chercheur. Mais la croûte terrestre est « fragile » sur une épaisseur finie d'environ vingt kilomètres. Les ruptures des grands séismes saturent cette profondeur de croûte et la propagation se fait alors de façon horizontale. Cette forme allongée change la dynamique de la propagation, en particulier ses conditions d'arrêt.* » À partir de ce constat, Jean-Paul Ampuero et son équipe ont développé une nouvelle théorie dynamique pour modéliser les grands séismes et comprendre comment ils se propagent afin d'anticiper leurs impacts.

Parmi ces tremblements de terre, certains sont particulièrement dévastateurs. C'est le cas des séismes « supershear » (ou à super cisaillement en anglais) comme celui qui a frappé la région de Palu en Indonésie le 28 septembre 2018. « *Ce type de séisme se propage à une vitesse inhabituelle, supérieure aux ondes S. Or, plus la propagation des ondes est rapide, plus les secousses sismiques génèrent des dégâts* », souligne Jean-Paul Ampuero. Là encore, les théories bidimensionnelles ne rendent pas bien compte de la réalité. « *Selon ces modèles, certaines de ces vitesses de propagation sont interdites* », précise le chercheur. En prenant en considération la tridimensionnalité des séismes et le fait que le déplacement sur la faille peut se faire, non seulement sur les plans horizontaux et verticaux, mais aussi de façon oblique, les sismologues ont démontré que ces vitesses inusuelles de propagation sont possibles. Pourtant, jusqu'à récemment, très peu de tremblements de terre de ce type avaient été rapportés dans la littérature scientifique. Une analyse globale des vitesses de rupture de tous les séismes de décrochement de magnitude supérieure à 6 entre 2000 et 2020 montre une toute autre réalité : au moins 14 % d'entre eux seraient « supershear ». « *Nous essayons actuellement de reproduire les caractéristiques de ce type de séismes dans des simulations numériques, qui prennent notamment en compte la profondeur finie de la croûte fragile, pour développer à terme des indicateurs à intégrer dans les aléas sismiques.* »



INSTRUMENTER LES OCÉANS

Pour améliorer les capacités prédictives des modèles théoriques, acquérir des données sismiques de qualité est essentiel. Dans ce but, l'équipe de Jean-Paul Ampuero cherche de nouvelles façons d'observer les séismes. « *Nous avons notamment mis au point une méthode innovante d'imagerie des grands séismes qui utilise les ondes sismiques de haute fréquence enregistrés par les réseaux de capteurs sismiques de par le monde, parfois situés à plus de 1000 kilomètres du point de rupture, pour suivre leur propagation et estimer leur vitesse de rupture* », ajoute le sismologue. C'est grâce à cet outil que les chercheurs ont pu quantifier la proportion de séismes « supershear » parmi les grands tremblements de terre. Et de remarquer que ceux qui avaient échappé à la vigilance des scientifiques jusque là se produisaient souvent au fond des océans. Or, c'est justement là que le bât blesse en matière de données. « *Il existe un réel besoin d'instrumenter les fonds marins* », insiste le chercheur. Les deux tiers de la surface de la planète sont en effet recouverts par les océans. Bien qu'il soit possible d'installer des stations sismologiques au fond des océans, celles-ci sont coûteuses et nécessitent des bateaux de recherche pour les installer et venir périodiquement récupérer les données. Une idée originale est d'utiliser les fibres optiques déjà installées sur les fonds marins pour transmettre rapidement des données numériques sur de longues distances. « *Avec la société Fébus Optics, nous avons prouvé qu'il est possible de mesurer des élongations nanométriques de la fibre, tous les mètres, sur des distances de plusieurs dizaines de kilomètres. Un câble de fibre optique devient ainsi un réseau sismologique hyperdense, riche de plusieurs dizaines de milliers de capteurs* », se réjouit le chercheur. Lors d'une expérience sur un câble de 41 kilomètres installé au large de Toulon, les scientifiques ont ainsi pu détecter un petit séisme, pourtant localisé à plus de cent kilomètres de la fibre. Sachant que plus d'un million de kilomètres de ces câbles sous-marins sillonnent les océans, cette idée originale pourrait donc permettre d'obtenir une énorme masse de données sismologiques.



L'équipe Géosciences marines, observations et imagerie innovante dirigée par Karin Sigloch poursuit une autre idée pour instrumenter les mers. « *Nous utilisons des flotteurs qui dérivent de façon autonome dans les océans entre 1000 et 2000 mètres de profondeur tout en enregistrant en continu les sons ambiants grâce à des hydrophones* », explique la directrice de recherche au CNRS qui s'est vue attribué une chaire d'excellence de l'IdEx en 2021. « *Lorsque l'algorithme embarqué sur ces flotteurs détecte des ondes acoustiques correspondant à la signature d'un séisme, le flotteur remonte alors à la surface pour communiquer par satellite ces données et leur lieu d'enregistrement.* » Développés par Géoazur en étroite collaboration avec la société Osean, basée au Pradet non loin de Toulon, le laboratoire, ces flotteurs appelés "Mermaid"[1] sont beaucoup moins coûteux qu'une station sismologique marine tout en permettant de fournir des informations importantes pour la localisation des séismes dans les zones océaniques reculées. « *Grâce aux données transmises par trois Mermaids, nous avons ainsi pu améliorer de plusieurs dizaines de kilomètres la localisation du foyer d'un séisme non loin des îles Tonga dans le Pacifique Sud par rapport aux données initiales enregistrées par des stations terrestres* », ajoute Karin Sigloch.

[1] Mermaid : Mobile Earthquake Recording in Marine Areas by Independent Divers



Flotteur Mermaid

RÉVÉLER LES ENTRAILLES DE LA TERRE

Les données acquises par les Mermaids (qui signifie sirène en anglais) peuvent donc aider à mieux caractériser les séismes mais elles sont surtout destinées à étudier la structure interne de la Terre. Certaines ondes sismiques peuvent en effet traverser la planète entière et être détec-tées à des milliers de kilomètres du foyer du séisme. En fonction de la nature et de la densité de la matière qu'elles traversent, les ondes sismiques ne se propagent pas à la même vitesse. « *Par exemple, les ondes se propagent plus lentement dans les régions chaudes du manteau que dans les régions plus froides », précise la géophysicienne. Lorsque l'on sait où et quand a lieu un séisme, la détection, à l'autre bout du monde, de discontinuité dans les vitesses des ondes sismiques co-rrespondant à ce tremblement de terre nous renseigne donc sur la structure de la planète.* » C'est d'ailleurs grâce à ces méthodes d'imagerie sismique que l'on sait aujourd'hui que sous la croûte terrestre se trouvent un manteau et un noyau, eux-mêmes divisés respectivement en manteau supérieur et inférieur et en noyau externe et interne. Mais pour révéler l'ensemble de la structure interne de la Terre de façon précise, il faudrait idéalement créer un réseau dense de stations sismologiques sur toute sa surface. Ce qui est faisable sur la terre ferme mais beaucoup plus difficile sur le plancher océanique. C'est là qu'entrent en jeu les Mermaids. « *Cette technolo-gie est la seule qui permettrait actuellement d'instrumenter les océans à l'échelle de la planète* », s'enthousiasme la chercheuse.

Construire un réseau global en mer grâce aux Mermaids, à l'image de ce que font les sismologues sur terre, est d'ailleurs le but du projet EarthScope Oceans[2]. Aujourd'hui environ 70 Mer-maids sont opérationnelles, essentiellement dans le Pacifique Sud mais aussi en mer de Chine et en mer Méditerranée. Elles ont notamment été mises à contribution pour étudier la dynamique du manteau dans le Pacifique Sud dans le cadre du projet



---

[2] *EarthScope Oceans : Ce consortium crée en 2016 regroupe le laboratoire GéoAzur, l'université de Princeton et celle de Stanford aux États-Unis, l'Agence japonaise pour les sciences et technologies terrestres marines (JAMSTEC), l'École et observatoire des sciences de la Terre (EOST) de Strasbourg et l'Université des sciences et technologies du Sud (SUSTech) située à Shenzhen, en Chine.*

[3] *Sppim : South Pacific Plume Imaging and Modeling*

Sppim[3]. « *Dans certaines zones de cette région très active du point de vue sismique et volcanique, il y a des sortes de cheminées, les pana-ches, qui traversent le manteau et percent la surface dans des lieux appelés « points chauds* », explique Karin Sigloch. *Ce sont ces panaches qui sont à l'origine de la formation de nombreuses îles du Pacifique comme les Galapagos, Hawaï ou encore l'île de Pâques.* » Une première mission de deux années autour de l'archipel des Galapagos a d'ailleurs permis de mettre en lumière un tel panache de roches chaudes émanant du manteau à une profondeur de 1900 kilomètres. Ces recherches se poursuivent en Polynésie française où d'autres panaches sont actifs. Les données recueillies devraient notamment permettre de comprendre pourquoi l'intérieur de notre planète ne se refroidit pas, au cours du temps géologique, aussi vite que certains modèles le prédisent. Mais l'ambition du projet EarthScope Oceans ne se cantonne pas au Pacifique Sud. À terme, les scientifiques espèrent déployer quelques milliers de Mermaids afin de couvrir l'ensemble des océans. Leur objectif est d'explorer d'autres points chauds de la planète mais aussi les zones de subduction, là où une plaque tectonique passe sous une autre plaque.

DES SYSTÈMES D'ALERTE PLUS RAPIDES

Au-delà de ces recherches fondamentales, les scientifiques du laboratoire Géoazur s'attachent aussi à appliquer leur travaux à des problématiques concrètes, comme le développement de systèmes d'alerte sismique précoces. « *Nous avons entrainé des algorithmes basés sur l'intelligence artificielle pour qu'ils puissent détecter, localiser et déterminer la magnitude d'un séisme dans les toutes premières secondes qui suivent l'arrivée des ondes sismiques de type P dans une seule station sismologique* », ajoute Jean-Paul Ampuero. Ces algorithmes seront utilisés dans un système d'alerte en cours de déploiement au Pérou, un pays régulièrement touché par d'importants tremblements de terre. « *Il permettra de déclencher rapidement des sirènes dans la zone où les secousses sismiques sont attendues, ce qui donnera quelques secondes supplémentaires à la population pour se protéger* », déclare Jean-Paul Ampuero pour qui ce système relève une valeur particulière, car, il est né et a grandi au Pérou. Ce dispositif pourrait d'ailleurs utiliser dans le futur les câbles de fibre optique sous-marins qui longent les côtes du pays pour obtenir des données sismologiques au plus près de la zone de subduction située au large de l'Amérique du Sud et ainsi encore gagner quelques précieuses secondes. C'est en effet sur les failles de subduction qu'ont majoritairement lieu les séismes les plus puissants.

Une autre piste prometteuse est celle des signaux gravitationnels. « *Les grands séismes déplacent des masses énormes de roches ce qui perturbe le champ gravitationnel* », explique le sismo-logue. Les signaux gravitationnels émis peuvent être enregistrés par des sismomètres. Et com-me ces signaux se déplacent à la vitesse de la lumière, soit bien plus vite que les ondes sismi-ques, ils peuvent en théorie être exploités pour développer un système d'alerte précoce. « *Mais ces ondes sont difficiles à distinguer car leur amplitude est très faible* », nuance Jean-Paul Ampuero. En entraînant des algorithmes d'IA à reconnaître les faibles amplitudes de ces ondes, les scientifiques de l'équipe Séismes - Cycles ont toutefois réussi à faire émerger un signal au bout de quelques minutes. « *C'est trop long pour émettre une alerte avant que les secousses sismiques ne frappent mais c'est suffisant pour prévenir de l'arrivée d'un tsunami qui met en général quel-ques dizaines de minutes à atteindre les côtes* », précise le chercheur. D'autant plus que l'algorithme développé est plus performant pour estimer la magnitude des séismes

que les mét-hodes habituelles. Un atout certain pour évaluer la taille des vagues en cas de tsunami. Pour au-tant, les sismologues n'abandonnent pas l'idée de développer une alerte sismique précoce grâce aux signaux gravitationnels. « *Des instruments de mesure de meilleure sensibilité pourraient permettre de distinguer plus rapidement ces signaux* », estime Jean-Paul Ampuero qui mène des travaux en ce sens sont en cours. Mais le graal des sismologues reste de pouvoir prédire un séisme avant qu'il ne se produise. Récemment, Quentin Bletery et Jean-Mathieu Nocquet de l'équipe Séismes - Cycles ont mis en évidence le glissement annonciateur de failles quelques heures avant de grands tremblements de terre. Ce résultat, obtenu à partir de données recueil-lies par des stations GPS, est peut-être le premier pas vers de futurs modèles sismologiques prédictifs.

DES « SISMO-CITOYENS » EN HAÏTI

La coopération de Géoazur avec le Sud ne s'arrête pas au développement et à la mise en place de systèmes d'alerte. « *Nous contribuons depuis plusieurs années à une expérience de sismologie participative en Haïti* », révèle Françoise Courboulex. Bien que régulièrement frappé par des tremblements de terre, les quelques stations sismologiques de ce petit pays des Caraïbes sont peu ou pas opérationnelles, faute de moyens. D'où l'idée de s'appuyer sur des citoyens motivés pour, d'une part, produire des données utiles aux sismologues afin de caractériser le risque sismique dans la région et d'autre part, favoriser l'appropriation de l'information scientifique par ces citoyens et leur entourage pour faire évoluer leur vision de la menace liée aux séismes. Initié en 2019 par Éric Calais, directeur de recherche de l'École normale supérieure de Paris, rattaché à Géoazur, ce projet de science citoyenne a donné lieu à l'installation auprès de particuliers volon-taires et dans des écoles de mini-stations sismologiques à bas coût et ne nécessitant aucune maintenance. « *Il s'agit de Raspberry Shake basé sur les micro-ordinateurs Raspberry Pi, précise la sismologue. D'un coût compris entre 500 et 1000 €, ces sismomètres ont seulement besoin d'une prise de courant et d'une connexion Internet pour fonctionner.* » Ces mini-stations ont per-mis d'établir un réseau sismologique citoyen appelé « ayiti-séismes » dont les données sont publiées en temps réel sur le site web https://ayiti.unice.fr/ayiti-seismes/. Ce réseau a d'ailleurs détecté



Projet Osmose - station RaspberryShake - © sismo@ayiti 2019

le puissant séisme du 14 août 2021 qui a touché la péninsule de Tiburon, au sud-ouest de l'île, et a entrainé le décès de plus de 2 200 personnes. Mieux, les données récoltées ont aidé à caractériser rapidement le tremblement de terre et ses répliques. De plus, « *ce type de données permettent de mieux connaître la géométrie des failles de la zone, leur profondeur nota-mment, ce qui nous aide à estimer leur capacité à produire de nouveaux grands séismes* », ajoute Françoise Courboulex. C'est d'ailleurs le sujet de la thèse, cofinancé par l'Idex, de Sylvert Paul, doctorant haïtien à Géoazur.

Depuis 2022, le projet porte le nom d'Osmose et est financé conjointement par l'Agence nationale de la recherche (ANR) et le Laboratoire mixte international CARIBACT de l'IRD qui associe plu-sieurs partenaires haïtiens et français dont l'Université d'État d'Haïti (UEH) et le laboratoire Géoazur. « *À l'heure actuelle, une trentaine de stations Raspberry Shake ont été installées chez des volontaires qui sont fiers de participer à cette expérience scientifique* », poursuit Françoise Courboulex. Via l'interface web, ces sismo-citoyens issus de tous les milieux sociaux peuvent voir les séismes que leur station a contribué à enregistrer. « *Cela leur permet de prendre cons-cience de l'activité sismique de la région. Certains sont surpris de voir qu'il y a des tremblements de terre de façon quotidienne en Haïti* », remarque la chercheuse. Par ailleurs, un groupe de dis-cussion via un réseau social a été mis en place pour permettre aux hébergeurs de Raspberry Shake de partager leur expérience et de discuter avec les scientifiques responsables du projet. « *Un dialogue est ouvert avec ces volontaires qui sont très demandeurs d'informations sur les séismes. Ce qui confirme qu'on peut améliorer la diffusion de connaissances et la sensibilisation au risque sismique en plaçant les citoyens au cœur de la production de données de recherche et de l'information scientifique* », souligne Françoise Courboulex.



SENSIBILISER LES JEUNES GÉNÉRATIONS

Outre la recherche et la coopération internationale, le laboratoire Géoazur s'attache à promouvoir les connaissances en géosciences à travers sa plateforme à vocation éducative soutenue par le rectorat de l'académie de Nice : l'Observatoire éducatif méditerranéen (EduMed-Obs). « *Outre des animations d'ateliers scientifiques dans les établissements scolaires, nous proposons aux enseignants de l'enseignement secondaire et supérieur des données de recherche et des logiciels pour les exploiter afin qu'ils puissent monter des projets pédagogiques en lien avec les pro-grammes scolaires en géosciences* », précise Julien Balestra, responsable du service éducation de Géoazur et co-porteur d'EduMed-Obs avec Fabrice Jouffray. EduMed-Obs collabore ainsi avec de nombreux établissements scolaires, en particulier dans l'académie de Nice et en Guadeloupe mais aussi en Haïti et dans d'autres pays. « *Différents capteurs, notamment des stations sismiques à bas coût comme les Raspberry Shake, ont été installées dans plusieurs collèges et lycées de ces régions connues pour être actives du point de vue sismique. Cela attise la curiosité des élèves et permet aux enseignants de travailler avec leurs propres données* », ajoute l'ingénieur de recherche. À travers ces projets pédagogiques, les élèves approfondissent non seulement leurs connaissances en géosciences mais sont aussi sensibilisés aux risques naturels, notamment sismiques. « *Grâce aux capteurs, les élèves observent de leurs propres yeux les phénomènes sismiques et comprennent que des séismes peuvent avoir lieu dans leur environnement proche. On peut alors leur montrer les dangers qui peuvent survenir et les faire réfléchir sur les moyens de limiter leur impact avant d'aborder les gestes importants à accomplir en cas de tremblements de terre.* »

Par ailleurs, EduMed-Obs a participé ou participe au volet éducatif de nombreux projets de recherche comme, par exemple, le projet Osmose en Haïti,



les campagnes Hiper et Super-Mouv au large de l'Équateur qui ont permis de mettre en place un réseau de sismomètres à terre et en mer pour étudier la subduction des plaques tectoniques de cette zone ou encore à la mission Mars InSight de la NASA qui a notamment réalisé le premier enregistrement d'un séisme sur la planète rouge. Ces projets auxquels participent les équipes de recherche du laboratoire Géoazur sont mis en valeur sur la plateforme pédagogique de diffusion d'EduMed-Obs, disponible à l'adresse http://edumed.unice.fr/. « *Cet espace en ligne nous permet de faire découvrir aux élèves des missions scientifiques passionnantes. C'est aussi l'occasion de leur proposer des défis lors de rendez-vous hebdomadaires pédagogiques couvrant la période des missions scientifiques pour améliorer leurs connaissances scientifiques, développer leur esprit critique et leur faire connaître le monde de la recherche. Nous organisons notamment des visioconférences avec les scientifiques qui participent à ces missions pour valoriser les différents métiers de la recherche* », indique Julien Balestra. Ce rapprochement fort entre recherche, enseignement et éducation est à même de susciter des vocations chez ces élèves, qui rejoindront peut-être un jour l'équipe de Géoazur pour toujours mieux comprendre les séismes et faire en sorte qu'ils fassent le moins de victimes possibles.

Simon PIERREFIXE

LUMIÈRE SUR LES ACADÉMIES D'EXCELLENCE

Sous l'impulsion de l'IdEx, les Académies d'Excellence alimentent la créativité et le renouvellement de la recherche d'Université Côte d'Azur.

Cette rubrique met en lumière de nouveaux concepts et projets de recherche innovants issus des lieux d'échanges inter- et transdisciplinaires menés au sein des Académies d'Excellence.

PROJET IBRID :
UN PROJET DE RECHERCHE TRANSDISCIPLINAIRE SUR LA LOCOMOTION DES POISSONS

Explorer la vie sous-marine, localiser et récupérer des objets, détecter la pollution… les applications pour les poissons robots sont nombreuses. L'un des principaux défis reste le contrôle et la manœuvre à distance. Tel est le sujet de recherche de Li Fu et Sardor Israilov.



Li Fu
Maître de Conférences, Ecole Centrale de Lyon

Sardor Israilov
Doctorant, Université Côte d'Azur, CNRS, i3S



Le déplacement des poissons est un sujet complexe qui n'est pas encore pleinement compris, en raison de l'intersection entre la biologie et la dynamique des fluides. Tout au long de l'histoire, l'humanité a été inspirée par la nature pour innover et développer des systèmes similaires. Les poissons robotiques biomimétiques, en particulier, ont plusieurs applications dans le monde réel et leur contrôle reste à optimiser.

Au croisement de la physique, de la robotique et de l'informatique, le projet IBRID, dirigé par Guillaume Allibert du laboratoire i3S, a vu le jour grâce à une collaboration entre les laboratoires INPHYNI et i3S, de juillet 2020 à décembre 2023.

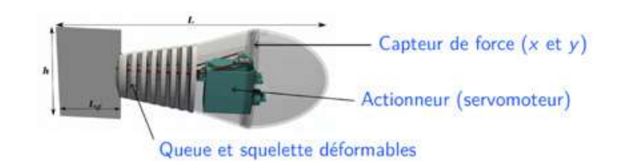
Son objectif principal ? Étudier la locomotion complexe des poissons en combinant des approches basées sur les données et sur les modèles des systèmes robotiques.

Le défi initial de ce projet était d'atteindre un contrôle optimal de la nage en maximisant la force de poussée. Cela nécessitait une sélection précise de la



fréquence d'oscillation et de l'amplitude maximale de la queue du poisson. Li Fu, docteur en physique des polymères, tribologie, rhéologie, s'est attelé à cette tâche durant ses 18 mois de post-doctorat, pris en charge par l'Académie Réseaux, Information et Société numérique.

Dans un autre volet du projet, Sardor Israilov, doctorant financé par l'EUR Systèmes Numériques pour l'Humain, s'est concentré sur le défi de garantir le mouvement autonome du poisson-robot. Il a exploré dans sa thèse, soutenue le 30 janvier dernier, de nouvelles voies de contrôle d'un poisson biomimétique via l'apprentissage par renforcement, afin de maximiser efficacement la force de poussée et la vitesse de déplacement. Après avoir montré que l'apprentissage par renforcement pouvait contrôler un pendule inversé sans aucune connaissance préalable, il s'est concentré sur la nage ondulatoire d'un poisson robotique. Il a montré que la force de poussée du poisson-robot peut être optimisée en utilisant des entrées provenant à la fois de capteurs



de force et de caméras comme retour d'information pour la commande. Ses résultats montrent qu'un contrôle en onde carrée avec une fréquence particulière maximise la poussée.

L'avantage indéniable du poisson biomimétique, ce petit système autonome portable, réside dans sa facilité de déploiement par rapport aux bouées marines traditionnelles. Il est un réel atout pour aider à mieux préserver notre environnement aquatique.

Les retombées potentielles de ce projet sont considérables dans le domaine de la surveillance environnementale. En effet, les applications envisagées incluent la surveillance de la qualité de l'eau dans les rivières, les mers et les océans. ■

LES OBJECTIFS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

AU CŒUR DE LA STRATÉGIE DE L'ACADÉMIE « ESPACE, ENVIRONNEMENT, RISQUES ET RÉSILIENCE »

En 2015, face à l'urgence climatique et sociétale de notre planète, le programme de développement durable à l'horizon 2030 des Nations Unies a établi la liste des Objectifs de Développement Durable (ODD). Au nombre de 17, ils rassemblent les trois dimensions du développement durable : économique, sociale et environnementale et constituent un appel universel à l'action pour minimiser l'impact de nos sociétés sur les équilibres environnementaux de la planète. S'intéressant aux aléas et aux risques naturels et anthropiques, l'Académie 3 "Espace, Environnement, Risques et Résilience" a donc naturellement considéré cette dynamique dans la structuration de ses activités. Pour ce faire à l'Académie, nous encourageons de nouvelles approches de recherche qui surmontent la fragmentation actuelle des disciplines. Nous souhaitons dépasser ainsi les propositions purement disciplinaires afin de co-construire une méthodologie répondant aux questions de la société avec une approche résolument inter- ou transdisciplinaire.

Depuis 2020, la stratégie de l'Académie s'appuie sur une sélection de 8 ODD, structurés en cluster et qui s'inscrivent dans son périmètre scientifique ; **ces derniers sont déclinés en 4 axes :**







Risques sanitaires et environnementaux d'origine anthropique







Risques naturels et leurs impacts sur l'environnement, les villes et les sociétés







Défis environnementaux liés à l'énergie et l'exploitation des ressources





Risques spécifiques aux océans et zones littorales

En mettant l'accent sur la compréhension des enjeux socio-environnementaux et en définissant leurs impacts, les travaux soutenus et initiés par l'Académie s'intègrent directement aux clusters d'ODD (critère d'éligibilité). La politique scientifique de l'Académie invite à une réflexion sur les coûts et les avantages des actions proposées à différentes échelles spatiales et temporelles.

Durant ces 4 années, les projets soutenus par l'Académie ont encouragé la réflexion transdisciplinaire.

Quatre ODD se distinguent et mettent en lumière les préoccupations actuelles de notre communauté scientifique :



ODD 3 : Permettre à tous de vivre en bonne santé et promouvoir le bien-être de tous à tout âge



ODD 11 : Faire en sorte que les villes et les établissements humains soient ouverts à tous, sûrs, résilients et durables



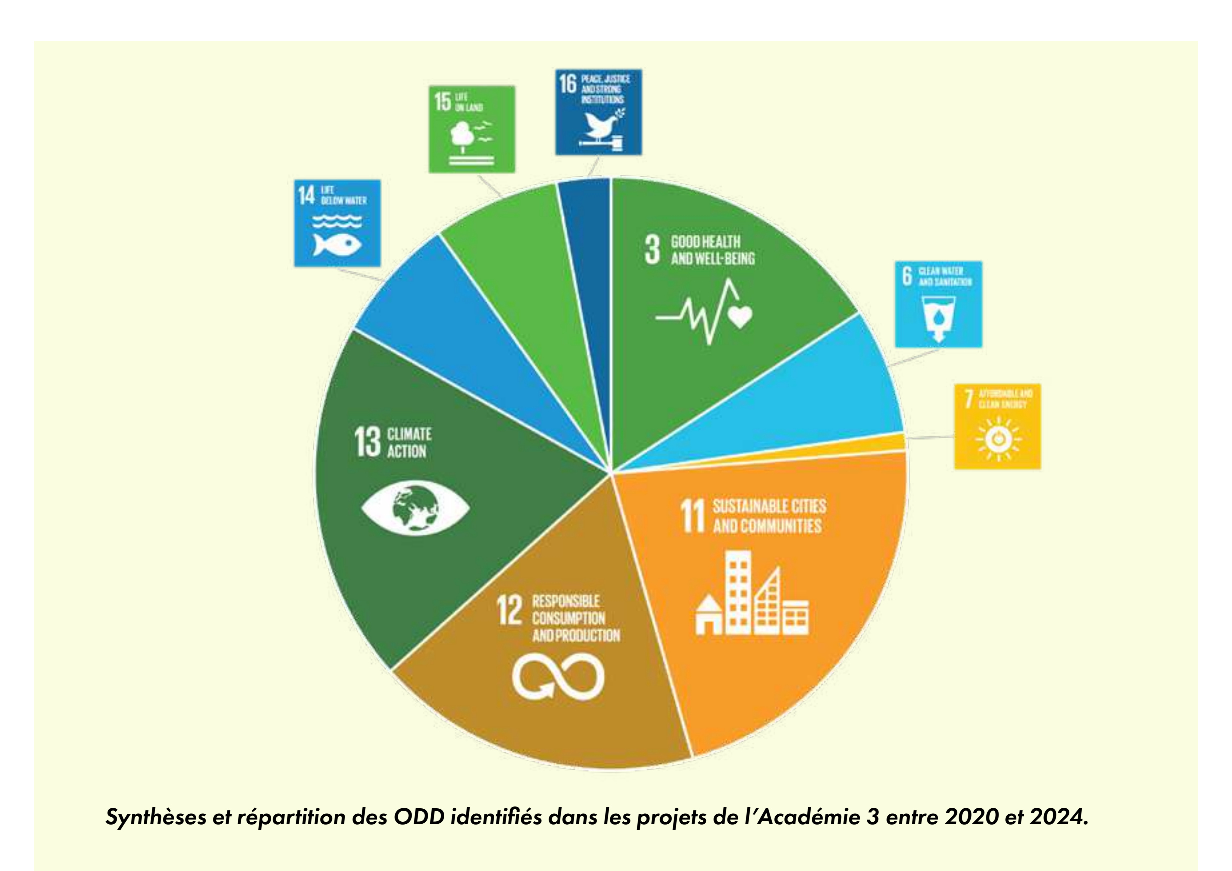
ODD 12 : Établir des modes de consommation et de production durables



ODD 13 : Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions

Au terme de ces premières années de mise en pratique, un ODD s'ajoute aux 8 précédents structurant la stratégie de l'Académie, l'ODD 16 – Paix, Justice et Institutions efficaces – témoignant de la volonté de nos porteurs de projets à faire du lien avec la société et ses institutions.

■



Synthèses et répartition des ODD identifiés dans les projets de l'Académie 3 entre 2020 et 2024.



TURBULENCE
GRAND PROBLÈME DU 21E SIÈCLE

Alors que l'année 2024 a ouvert sur un tout nouveau semestre thématique dédié à la Biomécanique, nous faisons le bilan du semestre thématique sur la turbulence qui a eu lieu en 2023. Ce programme a bénéficié d'une subvention de l'Académie 2 « Systèmes Complexes ». Rencontre avec son coordinateur, Christophe Brouzet, Chargé de recherche CNRS à l'Institut de Physique de Nice (INPHYNI).

Pourquoi un semestre thématique sur la turbulence à Université Côte d'Azur ?

Nice et la Côte d'Azur ont une longue tradition de recherche sur la turbulence. Cette région a historiquement hébergé une grande communauté scientifique travaillant sur de multiples aspects de la turbulence. Cette communauté est reconnue à l'international, mais reste disséminée dans 5 laboratoires répartis sur les différents campus de l'Université. Elle a récemment reçu le renfort de 3 jeunes chercheurs, recrutés par le CNRS ou Université Côte d'Azur. De telles arrivées nous ont donné l'envie de la structurer davantage.

Quel est l'intérêt de soutenir la recherche sur la turbulence aujourd'hui ?

Les écoulements turbulents sont omniprésents dans la vie courante et ont de fortes implications dans notre environnement global. Être capable de comprendre, prédire et contrôler ces écoulements revêt ainsi à la fois une importance pratique (pour optimiser la forme des éoliennes par exemple) et fondamentale (pour mieux appréhender des phénomènes climatiques ou mieux comprendre la formation des étoiles).

Or, la turbulence reste l'un des grands problèmes du 21e siècle. En effet, les écoulements turbulents sont des systèmes incroyablement complexes, car ils combinent une multitude de propriétés physiques difficiles (non-linéaire, multi-échelles, hors-équilibre, dissipatif, etc.) Cela continue ainsi à poser problème aux physiciens, mais également aux mathématiciens et aux ingénieurs. Modéliser ces écoulements dans toute leur complexité requiert une multitude d'approches scientifiques, avec des mesures expérimentales, des simulations numériques, des considérations théoriques.

Quels ont été les faits marquants de ce semestre thématique ?

Le semestre thématique a permis l'organisation de trois conférences internationales sur la turbulence, sur trois sujets pour lesquels les chercheuses et chercheurs de Nice sont reconnus pour leur excellence. Le semestre a également été à l'origine de la création d'une école d'été de deux semaines sur la Turbulence. Cette école a vocation à devenir récurrente et aura désormais lieu tous les 2 ans dans la région niçoise. Ces évènements internationaux dans la région ont contribué à mettre Université Côte d'Azur au centre de la carte mondiale de la recherche en turbulence en 2023.

Qu'envisagez-vous pour la suite ?

Grâce au soutien du semestre thématique, une dizaine de chercheuses et chercheurs ont été invités à venir faire des séjours de plusieurs semaines dans nos laboratoires. Cela a contribué à entretenir ou à initier des collaborations, qui sont essentielles pour le développement à long terme de notre recherche.

Enfin, une base de données commune a été acquise lors de ce semestre. Elle servira à l'échange de données dans le cadre de collaborations internes à l'Université, mais permettra également d'en publier certaines en libre-accès, contribuant ainsi à faire rayonner notre communauté dans le futur. ■

DÉFINITION DE LA TURBULENCE :

La turbulence désigne l'état de l'écoulement d'un fluide, liquide ou gaz, dans lequel la vitesse présente en tout point un caractère tourbillonnaire : tourbillons dont la taille, la localisation et l'orientation varient constamment. Les écoulements turbulents se caractérisent donc par une apparence très désordonnée, un comportement difficilement prévisible et l'existence de nombreuses échelles spatiales et temporelles.



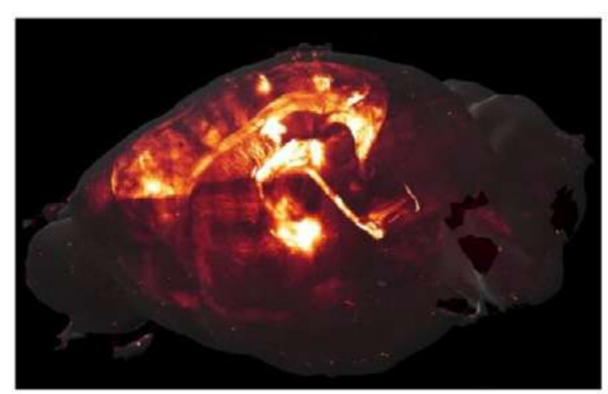
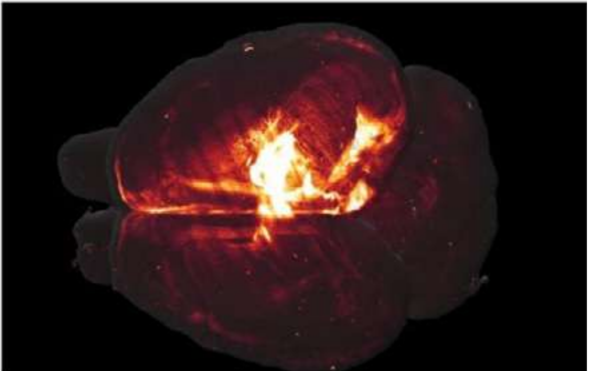
MÉMOIRE TRAUMATIQUE & FEUILLET DE LUMIÈRE


Bianca Silva

La neurobiologiste italienne Bianca Silva, lauréate d'une « ERC starting grant » en 2021, rejoint la communauté des biologistes de l'Académie d'Excellence «Complexité et Diversité du Vivant» à l'Institut de Pharmacologie Moléculaire et Cellulaire à SOPHIA-ANTIPOLIS

Bianca Silva s'intéresse aux bases neuronales des émotions. Après avoir obtenu un Master en biotechnologie médicale de l'Université de Milan où elle étudie les récepteurs de l'ocytocine, Bianca rejoint le groupe de Cornelius Gross à l'EMBL-ROME pour une thèse sur les mécanismes de génération de la peur par le cerveau. Elle découvre alors que la peur sociale et celle du prédateur, deux stimuli conservés au cours de l'évolution, ne sont pas médiées par les circuits classiques de la peur via l'amygdale, mais dépendent plutôt de l'hypothalamus. Pour ses recherches postdoctorales, elle s'oriente vers un aspect plus translationnel des neurosciences fondamentales et recherche comment atténuer les souvenirs durables de peur. Elle rejoint pour ce faire le groupe de Johannes Graff à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne grâce à une bourse postdoctorale EMBO. Elle utilise alors la chimiogénétique, l'optogénétique, l'analyse de la connectivité fonctionnelle, l'imagerie calcique et le traçage viral et découvre un circuit thalamo-amygdalien médiateur de l'atténuation des souvenirs de peur.

En 2021, Bianca remporte une bourse de démarrage ERC - ERC starting Grant - pour le projet «Ethofearless»

Brain-wide projections of the nucleus reunines of the thalamus (NRe). Side view (Left) and top view (Right) from whole-brain imaging of fluorescently labeled NRe neurons obtained by light-sheet microscopy after CLARITY. NRe neurons are labeled by AAV8-CaMKII-mCherry (tissue processing and imaging performed in collaboration with L.Silvestri-LENS).

et installe son laboratoire au Conseil National Italien de la Recherche. En Octobre 2023, elle rejoint Université Côte d'Azur à l'Institut de Pharmacologie Moléculaire et Cellulaire (IPMC), avec un cofinancement de l'Académie d'Excellence «Complexité et Diversité du Vivant» pour développer son projet d'ERC interdisciplinaire dans le cadre azuréen.

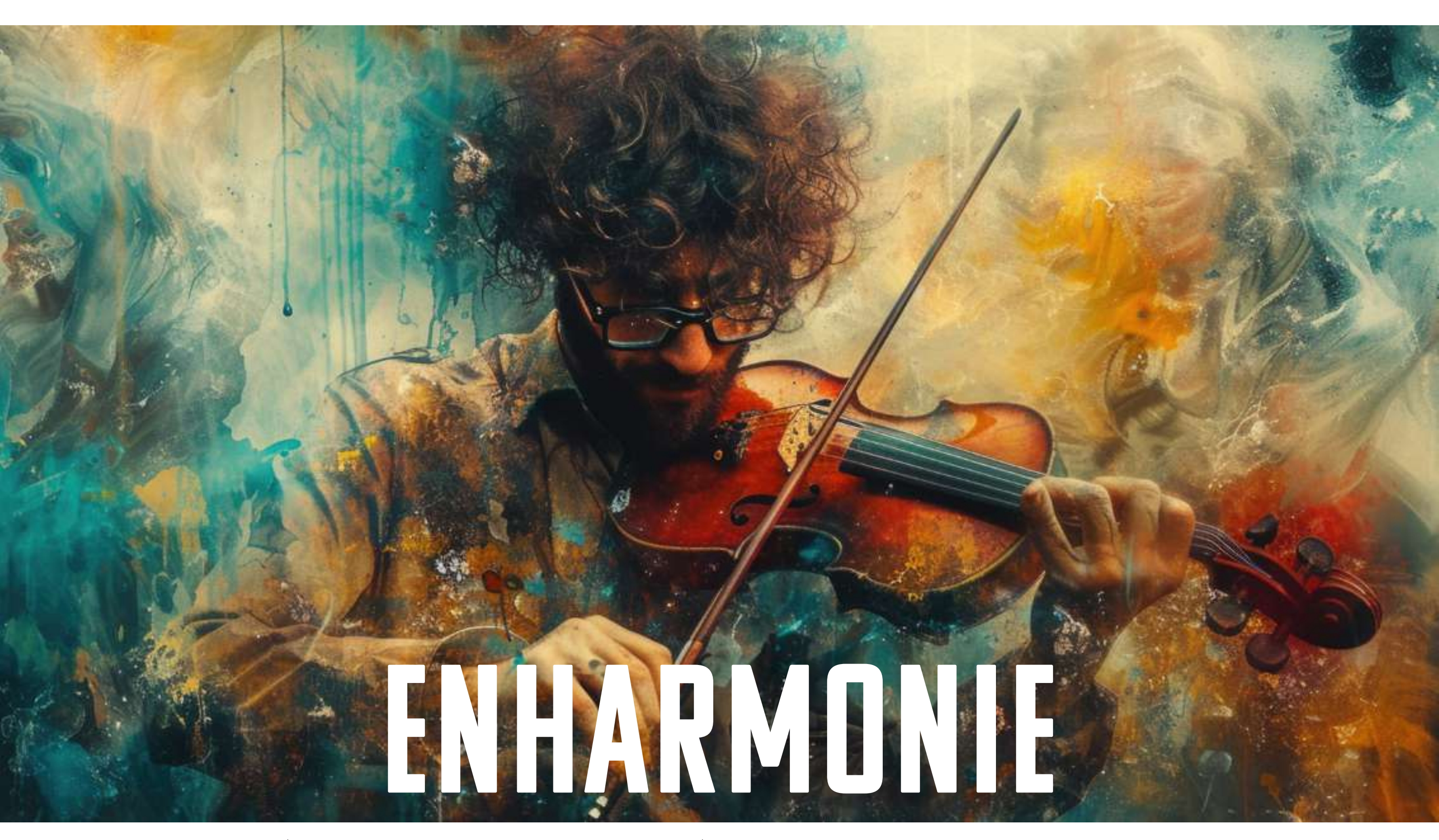
Bianca : « Mon plan initial était de réaliser mes recherches en Italie mais j'ai décidé de rejoindre Université Côte d'Azur car je crois fermement que l'IPMC offre un environnement plus propice à la réussite de mon projet, avec des installations de qualité exceptionnelle, un environnement de recherche favorable et un accès facilité aux connaissances scientifiques interdisciplinaires. Je suis convaincue que cette décision est dans l'intérêt du projet mais elle s'accompagne de coûts imprévus associés au déménagement de l'ensemble de mon équipe italienne. Ces coûts ne sont pas pris en compte dans le budget initial du projet et nécessite un financement supplémentaire. De ce fait, recevoir un cofinancement de l'université dès la première année est d'une importance capitale. »

Ouvrir la voie à de nouvelles interventions thérapeutiques dans le cadre du syndrome du stress post-traumatique



Bianca ajoute : *«Mon laboratoire analyse la connectivité fonctionnelle cérébrale à l'aide des techniques de microscopie à feuillet de lumière et d'optogénétique pour découvrir comment les souvenirs émotionnels intenses peuvent être atténués. Un accent particulier est mis sur la contribution de réseaux neuronaux dans le thalamus médian qui orchestrent l'activité des circuits de mémoire distribués de manière intégrée. Nous étudions également les altérations pathologiques au sein de ces circuits thalamo-centrés dans des modèles murins de troubles liés à la peur. Nous visons ainsi à identifier de nouvelles stratégies pour inverser ces altérations de circuits de peur et ouvrir la voie à de nouvelles interventions thérapeutiques dans le cadre du syndrome du stress post-traumatique.»*

■



ENHARMONIE

LA PRÉVENTION DE LA SANTÉ DES MUSICIENS D'ORCHESTRE PROFESSIONNELS : PSYCHOLOGIE DU TRAVAIL, PHYSIOLOGIE DE L'EXERCICE ET MUSIQUE EN SYNERGIE DANS LE PROJET ENHARMONIE

L'une des missions de l'Académie 5 « Homme, Idées et Milieux » est de soutenir les chercheur.e.s en sciences humaines et sociales et en arts dans la création de nouvelles collaborations interdisciplinaires ayant un impact social.
Le projet « Enharmonie » sur les déterminants biopsychosociaux de la santé des musiciens d'orchestre professionnels en est un exemple.

Ce projet naît quand une musicienne d'orchestre professionnelle, Anne Maugue (1ère Flûte Solo de l'Orchestre Philharmonique de Monte-Carlo) contacte un Professeur en Psychologie Sociale, du Travail et des Organisations (LAPCOS), Dirk Steiner, pour élaborer un projet de doctorat sur la santé des musiciens professionnels. À partir d'observations spontanées dans son milieu de travail, elle voulait approfondir la compréhension des causes des troubles musculo-squelettiques, dont les musiciens professionnels sont souvent atteints de manière sévère, voire chronique.

La fréquence de ces troubles chez les musiciens, comme chez les sportifs de haut niveau, est bien connue depuis les années 1980 des chercheurs, médecins et institutions concernées, mais le phénomène ne semble pas diminuer malgré la mise en place de programmes de prévention. Il semblait donc intéressant de tester l'hypothèse que des facteurs psychologiques influencent la prise en charge des troubles, et plus particulièrement des réactions psychologiques négatives consécutives à



des perceptions d'injustice. Le sentiment de justice au travail constitue un champ établi de travaux en psychologie du travail, qui montrent comment la perception qu'ont les employés de l'organisation du travail (équité, transparence, cohérence, interactions) a une influence sur leur santé mentale et physique.

Avec l'aide de Serge Colson, Professeur en Physiologie de l'Exercice (LAMHESS), un protocole d'étude complexe a donc été mis en place. Entre 2021 et 2022, avec le soutien financier de l'académie d'excellence, une étude expérimentale nationale a été menée en associant des mesures en laboratoire en situation de pratique professionnelle, des questionnaires et le recueil de données de santé auprès de plusieurs orchestres nationaux et en partenariat avec différentes structures hospitalières. Un financement supplémentaire a permis à Laetitia Blanc, étudiante en Master 2 (IPPTRH), de contribuer à l'étude lors d'un stage au LAPCOS (2023).

L'étude montre que l'épuisement émotionnel, dû, entre autres, au fait que les douleurs sont souvent cachées par les musiciens qui ne trouvent ni la place ni la considération dans le cadre de leur travail pour les prendre en compte, influence le sentiment de justice au travail et a donc un impact sur les troubles musculo-squelettiques. Elle ouvre des perspectives nouvelles de prévention de santé en mettant en lumière le rôle de la justice organisationnelle sur la santé et le bien-être au travail.

Ces résultats ont été diffusés notamment par un reportage télévisé (Le Magazine de la santé, France 5) et grâce à une conférence-concert ouverte au public en décembre 2023, où la professeure invitée Bronwen Ackermann, de l'Université de Sydney, a présenté un exemple australien d'institutionnalisation de protocoles de santé pour des musiciens professionnels. ■



Anne Maugue,
Doctorante au LAPCOS, 1ère Flûte solo de l'Orchestre Philharmonique de Monte-Carlo,
EUR HEALTHY



Pr. Dirk Steiner,
Professeur de Psychologie du Travail et des Organisations (LAPCOS),
EUR HEALTHY



Pr. Serge Colson,
Professeur en Physiologie de l'exercice (LAMHESS),
EUR HEALTHY

CHANGER L'AVENIR

GRÂCE À L'INNOVATION PARTAGÉE

Fabien FERRERO
Écosystème IA et territoires intelligents



270 BREVETS
20 STARTUPS CRÉÉES
70 PARTENARIATS EN RECHERCHE/AN

univ-cotedazur.fr

UNIVERSITÉ
CÔTE D'AZUR
Dare to create*



L'innovation : levier de développement des entreprises

Il est primordial pour un entrepreneur de ne pas confondre la notion d'invention avec celle d'Innovation.

En effet, l'innovation se définit par « l'introduction sur le marché d'un produit ou d'un procédé nouveau ou significativement amélioré par rapport à ceux précédemment élaborés » *(INSEE-définition - nov. 2020)*. **Autrement dit, une innovation est une invention qui a trouvé son marché.**

Cette réussite tient dès lors en la capacité des inventeurs à avoir une approche visant au développement de leur technologie en tant que produit ou service. Ils se doivent d'apprécier les impacts qu'aurait le développement d'une innovation sur la croissance de leur (future) entreprise, et sa capacité à suivre l'évolution technologique de ses concurrent et clients.

> « Une innovation est une **invention** qui a trouvé son **marché**. »

Des briques de réponses peuvent être amenés via l'approche de C. Markides et P. Geroski proposant une typologie de l'innovation en s'appuyant sur deux dimensions : **l'impact sur les compétences et les actifs des firmes établies, les habitudes et les comportements des consommateurs.**

Ainsi, une innovation peut se définir comme incrémentale, majeure, stratégique ou radicale. Elle est dite incrémentale lorsque son impact sur ces deux dimensions est faible. A contrario, si les compétences et les actifs des firmes établies sont détruits, tout en créant chez les consommateurs des usages totalement nouveaux, nous sommes en présence d'une innovation radicale. C. Markides et P. Geroski, laissent également supposer **que les start-ups sont des creusets favorisant l'émergence des innovations « radicales » ou « majeures »**. L'environnement d'une grande entreprise serait quant à elle plus propice aux innovations « incrémentales » ou « stratégiques ».

Du fait de ses deux appels projets, « Start-Up Deeptech » et « Partenariat Innovation », le programme innovation de l'IdEx d'Université Côte d'Azur favorise l'action d'innover autour de deux axes : **la création d'une jeune pousse « DeepTech »; la promotion de l'innovation par la R&D collaborative entre une équipe de chercheur et une entreprise privée.**

Ainsi, en finançant les projets de transfert technologiques au sein de jeunes pousses ou de sociétés industrielles, l'Initiative d'Excellence d'Université Côte d'Azur **soutient la valorisation d'innovations majeures ou radicales** issues de la recherche azuréenne. ■

Evolutive Agronomy

La Start-Up Evolutive Agronomy lauréate de l'AAP Start-Up Deeptech en 2021, à vu le jour en novembre 2023. Fondée par trois chercheurs, Lucie Monticelli, Antoine Pasquier et Nicolas Desneux, elle propose un service permettant aux agriculteurs d'optimiser l'utilisation de produits de biocontrôle, et ainsi réduire leur impact environnemental tout en optimisant leurs rendements.
La solution proposée se base sur une méthode alternative à l'utilisation des pesticides chimiques innovante développée au sein de L'Institut Sophia Agrobiotech (ISA), unité INRAE - Université Côte d'Azur.





DR LUCIE MONTICELLI
DIRECTRICE GÉNÉRALE



DR ANTOINE PASQUIER
PRÉSIDENT



DR DESNEUX
CONSEILLER SCIENTIFIQUE

L'équipe de chercheurs a imaginé une solution adaptée permettant de personnaliser les produits de biocontrôle au moment du transport et de l'introduction des agents. Reposant sur une approche nouvelle de modélisation mathématique, la technologie portée par Evolutive Agronomy assure à l'exploitant agricole la meilleure efficacité dans le contrôle des populations de ravageurs.

L'agent utilisé est un acarien prédateur présent dans le sol qui a pour effet de contrôler plusieurs ravageurs ayant au moins un stade de leur développement dans le sol, comme l'ont démontrés les travaux de l'équipe sur la chrysomèle des racines du maïs.

En soutenant ce projet, L'IdEx contribue au développement de méthodes alternatives à l'utilisation des pesticides chimiques. Dans un contexte où le monde agricole fait face aux effets du changement climatique, les technologies de biocontrôle telles que proposées par Evolutive Agronomy apportent des solutions efficaces en faveur d'une alimentation saine et d'une préservation durable des sols.

Les développements des technologies de biocontrôle s'inscrivent parfaitement dans le plan Écophyto II+ mené par le ministère de l'Agriculture et de la souveraineté alimentaire qui vise à réduire les usages de produits phytopharmaceutiques de 50% à l'horizon 2025.

■

ExAdEx Innov



VINCENT DANI, PHD
CEO/CTO



LUIGI FORMICOLA, MBA, PHD
COO



CHRISTIAN DANI, PHD
ADIPOSE TISSUE
RESEARCH TOOLS



ALAIN DOGLIO, PHD, MCU
CELL THERAPY DEVELOPMENT



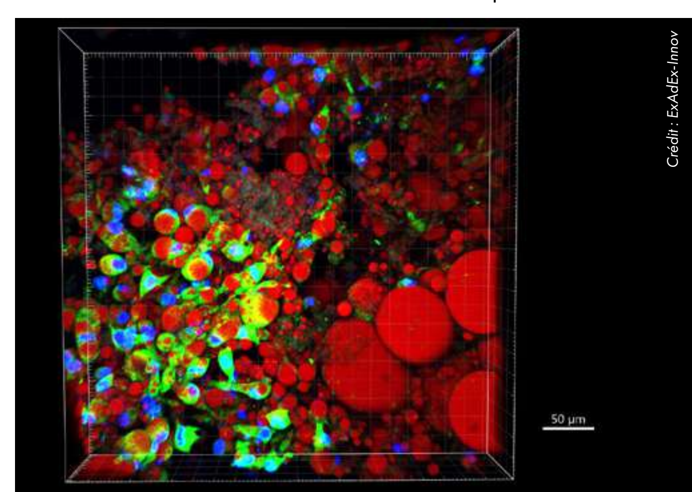
BÉRENGÈRE CHIGNON-SICARD, MD, PHD
MEDICAL EXPERT

La start-up ExAdEx-Innov a été créée en août 2022. Est à l'initiative de cette belle aventure (qui débuta en 2021) une équipe pluridisciplinaire de chercheurs issue de la recherche d'excellence azuréenne constituée de : Vincent Dani-Davesne (actuel CEO, anciennement Post-doctorant Institut de Biologie Valrose) ; Luigi Formicola (actuel COO, Entrepreneur en Résidence pour CNRS Innovation), Christian Dani Directeur de recherche à l'INSERM, Alain Doglio responsable de l'Unité de Thérapie Cellulaire (UTCG) du CHU de Nice ainsi que Bérengère Chignon-Sicard Chirurgien au service de chirurgie plastique et réparatrice également au CHU de Nice ;

Soutenue par l'IdEx d'Université Côte d'Azur dans le cadre de ses deux appels à projet en 2021 (Start-Up Deeptech) et en 2023 (Partenariat Innovation), cette jeune entreprise a développé une technologie brevetée permettant de maintenir pour la première fois du tissu graisseux humain viable et fonctionnel en laboratoire.

Grâce à ce nouveau procédé, ExAdEx-Innov dispose ainsi d'une plateforme de recherche unique basée sur du tissu adipeux humain cliniquement pertinent. Cette plateforme est aujourd'hui utilisée par des clients et partenaires de la start-up dans les domaines de la recherche dermo-cosmétique, nutraceutique et pharmaceutique, notamment pour la création de nouvelles thérapies pour la prise en charge de l'obésité et des maladies métaboliques chroniques.

Dès lors, la technologie co-développée par ExAdEx et ses partenaires académiques membres de l'IdEx d'Université Côte d'Azur ouvre des perspectives dans le développement d'approches innovantes (biothérapies, biomédicaments, etc.) pour le traitement de patients en échec thérapeutique souffrant de désordres métaboliques complexes liés à l'obésité. Elle permet de convertir ex vivo de la graisse blanche issue de patients atteints d'obésité (qui stocke l'excès d'énergie) en graisse beige d'intérêt thérapeutique (qui consomme l'excès d'énergie, avec un effet d'amélioration du métabolisme), et ainsi d'étudier l'impact de l'environnement obèse limitant cet effet bénéfique.



Crédit : ExAdEx-Innov

Induction thermogénèse de tissu adipeux humain ExAdEx-BAT. En rouge les adipocytes, en bleu les noyaux et en vert la protéine Thermogénique UCP1. en marquage ImmunoFluo obtenu par Confocal 710 en z-stack

Dans ce cadre, la Start-Up et l'Institut de Pharmacologie Moléculaire et Cellulaire sont partenaires dans la détermination d'une signature complète du tissu adipeux obèse ainsi que du produit de graisse beige . Hébergée au sein du bio-incubateur de l'Institut de Biologie Valrose (iBV), ExAdEx-Innov est également soutenue par l'écosystème de l'innovation azuréen. Le projet de création d'entreprise a notamment bénéficié des dispositifs d'accompagnement et financement du CNRS (programme Rise de CNRS Innovation, prématuration), de la SATT Sud-Est et de l'Incubateur Provence Côte d'Azur. La société, labélisée *DeepTech* par BPI France, a reçu le Prix Entreprise Innovante 2022 de la Métropole Nice Côte d'Azur et a été sélectionnée parmi les « 100 startups où investir en 2023 » par le magazine Challenges. ■

DareWin Evolution

Le projet DareWin Evolution est le fruit de plus de 10 ans de recherche azuréenne, menée au sein de l'Institut National de Recherche en Sciences et Technologies du Numérique (INRIA) d'Université Côte d'Azur, en collaboration avec le Laboratoire d'Océanographie de Villefranche (CNRS – Sorbonne Université).

Suite à une année de maturation à l'Inria Startup Studio, le projet a été lauréat de l'AAP Start-Up Deeptech de l'IdEx en 2023, et a reçu le soutien de la Métropole Nice Côte d'Azur, le prix i-PhD (porté par le gouvernement en partenariat avec Bpifrance), pour finalement intégrer l'Incubateur Provence-Côte d'Azur. Ces importants soutiens permettent d'envisager une création de la Start-Up courant 2024. Son ambition est de commercialiser la première méthode de sélection naturelle et robuste pour l'optimisation de souches de microalgues utilisées dans l'industrie agroalimentaire (domaines de l'alimentation humaine et les nutraceutiques).

Les technologies actuelles de production de microalgues sont jeunes, les verrous à lever sont encore nombreux pour satisfaire une exploitation à grande échelle. Les microalgues utilisées sont faiblement domestiquées. Elles sont peu adaptées aux conditions de production imposées par les industriels. Il a été d'ailleurs démontré que les coûts de production de molécules d'intérêt telles que les oméga-3 ou certains pigments sont supérieurs d'au moins 20 % à leurs homologues synthétiques provenant de sources non durables. Dès lors, ces surcoûts restreignent l'usage de ces molécules à des applications à haute valeur ajoutée.

Pourtant, il est urgent de trouver des approches durables pour faire face au dérèglement climatique et à l'érosion de la biodiversité. Le développement des biotechnologies « bleues » répond explicitement à ces problématiques. Aussi, les microalgues sont une source d'innovation offrant de nouvelles perspectives économiques comme écologiques. A titre de comparaison, produire des algues consomme 3 fois moins d'eau, émet 3 fois moins de CO^2 que d'autres sources de biomasse comme les farines de poisson issues de la surpêche. En s'adressant à des secteurs aussi variés que porteurs, tels que l'alimentation humaine ou animale, la bioremédiation, la cosmétique, la santé, mais aussi la chimie verte, les microalgues sont des matériaux de substitution d'avenir ouvrant de nouveaux débouchés industriels. Selon le rapport publié par Polaris, le marché mondial des microalgues serait annuellement évalué en 2022 à plus d'1 milliard de dollars, affichant une croissance de 5,4 % par année d'ici 2032.

DareWin Evolution réalisera pour les industriels de la sélection variétale naturelle, rendant l'obtention de souches de microalgues plus performantes (meilleure croissance, augmentation de la teneur en molécules d'intérêt), in fine plus qualitative. Les échanges entre les porteurs de la start-up, les producteurs et les spécialistes des microalgues, ont démontrés que des gains en productivité d'un facteur de 1,5 à 3 sont attendus, améliorant ainsi les marges brutes des entreprises. Darewin Evolution est déjà en mesure de multiplier la production d'une souche de microalgues par 2 en moins de 9 mois.



La technologie qui sera valorisée par la start-up fut développée en premier lieu (dès 2011) par l'équipe BIOCORE (Inria Université Côte d'Azur, CNRS, Sorbonne Université), puis enrichie par l'équipe constituée des jeunes chercheuses Charlotte Gaviard et Alice Guillet, en association avec Hubert Bonnefond et Olivier Bernard au sein du Laboratoire Océanographique de Villefranche (IMEV, CNRS , Sorbonne Université). La nette démarcation des résultats techniques, l'approche naturelle, le partage du risque avec ses clients, la rapidité d'obtention des résultats sont autant d'avantages concurrentiels que la Start-Up valorisera à sa création. ■

AGENDA IDEX

SEPTEMBRE 2024

25.09.24
IdEx Tour 3e édition
«Comment booster vos projets grâce aux programmes Recherche, Innovation, International & Europe de l'IdEx ?»
A la Villa Arson - Nice

30.09.24
Lancement des dispositifs 2024 du programme international de l'IdEx :

- Appel à contribution pour la deuxième édition de la COP miroir
- Appel à manifestation d'intérêt 2024 pour le recueil de plaidoyers académiques en lien avec l'objectif du développement durable 13
- Lancement du dispositif d'internationalisation des Ecoles thématiques
- Programme LEADEuRope : Lancement du dispositif de coaching pour les appels ERC 2025

NOVEMBRE 2024 :

Du 11 au 22.11.24
« En route vers la COP Climat »
Deuxième édition



CHANGER L'AVENIR

Ornelle
Étudiante en Droit



32 000 ÉTUDIANTS
+ DE 50 LABORATOIRES DE RECHERCHE
+ DE 100 PARTENAIRES INTERNATIONAUX
350 000 ALUMNI

univ-cotedazur.fr

UNIVERSITÉ
CÔTE D'AZUR
Dare to create*